

И. Н. АНЦЫГИН

ПЕРЕДАЧА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТ МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРОВ В БАЗУ ДАННЫХ

Лабораторный практикум



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

И. Н. Анцыгин

Передача результатов исследования от медицинских приборов в базу данных

Лабораторный практикум

Рекомендовано методическим советом
Уральского федерального университета
для студентов вуза, обучающихся по направлению
подготовки 12.04.04 — Биотехнические системы и технологии

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2020

УДК 53:615.47(076.5)

ББК 22.3я73+5я73

А74

Рецензенты:

лаборатория математической физиологии Института иммунологии и физиологии Уральского отделения Российской академии наук (завлаб. математической физиологии, директор Института иммунологии и физиологии УрО РАН, проф., д-р физ.-мат. наук О. Э. Соловьева);

С. В. Яковлева, д-р физ.-мат. наук, членкор РАЕН, заведующая научно-образовательным отделом ГБУЗ СО «Уральский институт кардиологии»

Научный редактор — проф., д-р физ.-мат. наук И. Н. Огородников

На обложке использовано изображение с сайта <https://www.rbc.ru/>

Анцыгин, И. Н.

А74 Передача результатов исследования от медицинских приборов в базу данных : лабораторный практикум / И. Н. Анцыгин ; Мин-во науки и высш. обр. РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 112 с.

ISBN 978-5-7996-2989-2

Лабораторный практикум включает восемь лабораторных работ, цель которых — ознакомление студентов с основными интерфейсами передачи результатов медицинского исследования от диагностического оборудования в компьютерную базу данных для дальнейшего использования. Каждая лабораторная работа предваряется необходимыми сведениями теоретического характера.

Лабораторный практикум предназначен для студентов-магистрантов, обучающихся по направлению 12.04.04 — Биотехнические системы и технологии.

УДК 53:615.47(076.5)

ББК 22.3я73+5я73

ISBN 978-5-7996-2989-2

© Уральский федеральный
университет, 2020

Введение

Развитие современного общества в долгосрочной перспективе характеризуется рядом устойчивых глобальных тенденций, одна из которых — цифровизация всех аспектов деятельности человечества. Именно цифровизация характеризует сейчас все аспекты деятельности человечества, от уровня технического развития до межличностных коммуникаций. Невозможно представить себе техническое устройство, современное здание или, например, процесс проектирования, свободный от цифровых технологий.

Сфера здравоохранения не является исключением, цифровизация данной отрасли ведет к оптимизации оказания медицинских услуг, повышению контроля качества и снижению затрат.

В связи с этим представляется крайне важным рассмотреть один из аспектов цифровых технологий в медико-биологической практике — передача данных от медицинских приборов в компьютерную систему. Эти компетенции позволят строить базы данных медицинских исследований, сводить воедино результаты различных исследований, проводимых разными специалистами, в разных учреждениях, в разное время.

Для формирования этих компетенций и предназначен настоящий лабораторный практикум. Практикум включает 8 лабораторных работ, цель которых — ознакомление студентов с основными интерфейсами передачи результатов медицинского исследования от диагностического оборудования в компьютерную базу данных для дальнейшего использования. В качестве оборудования используются приборы, в которых реализованы самые распространённые методы медицинской диагностики и контроля состояния человека: кардиограф, ап-

парат УЗИ, тонометр, монитор, миограф и другие. В существующем оборудовании реализованы различные интерфейсы передачи данных: COM-порт, USB, Ethernet, Wi-Fi, что позволяет студентам получить навыки интеграции приборов с компьютерной сетью в широком спектре аппаратурных реализаций. Все приборы и оборудование предоставляются студентам в рамках образовательной программы УрФУ в учебных аудиториях вуза.

Значительную часть каждой работы составляет формирование навыков работы с базой данных реляционного типа, реализованной в программной среде Access.

Каждая лабораторная работа также предваряется необходимыми сведениями теоретического характера.

Инструментально-программно-методический комплекс «Биомедицинская инженерия»

Инструментально-программно-методический комплекс (ИПМК) представляет собой компьютерную систему сбора и управления данными, которые получены с приборов медико-биологического назначения. Комплекс предназначен для проведения лабораторных и практических занятий в рамках дисциплин профессионального цикла направления подготовки «Биотехнические системы и технологии».

Инструментально-программный комплекс представляет собой линейку медицинских приборов, компьютерную сеть и централизованную информационную систему, осуществляющую единую связь между приборами и управление данными (сбор, хранение, передача и защита медико-биологических данных), рис. 1.

Рабочая станция представляет собой рабочее место пользователя с медицинским прибором и включает в себя персональный компьютер (ПК), установленное программное обеспечение для работы с конкретным медицинским аппаратом, а также вспомогательное оборудование.

Полученные данные с приборов поступают на рабочую станцию и затем по сети отправляются пользователем на центральный узел — сервер. Он служит для выполнения определенных сервисных задач. Главной задачей сервера является хранение информации, полученной из разных источников, что позволяет просматривать результаты измерений с разных медицинских приборов непосредственно на своем рабочем месте, даже если оно физически находится в другом месте.

Для управления, обработки, графического представления и хранения данных, полученных с приборов, разработана база данных в программной среде Microsoft Office Access 2016.

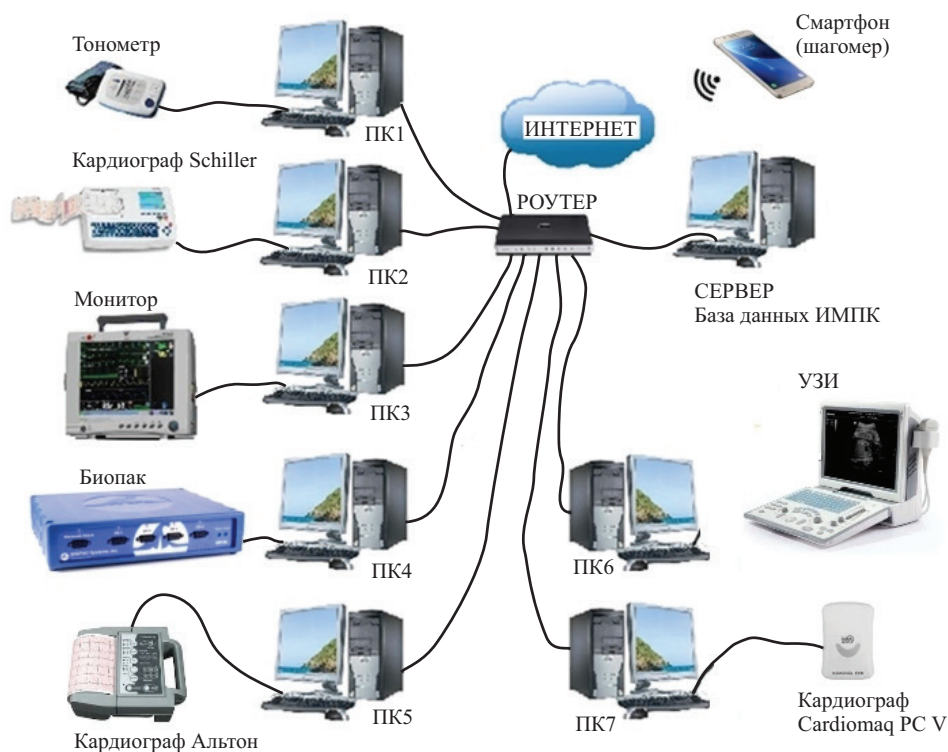


Рис. 1. Инструментально-программно-методический комплекс «Биомедицинская инженерия»

В состав комплекса входит следующее лабораторное оборудование: тонометр для мониторинга артериального давления UA-767PC, электрокардиограф SCHILLER AT-101, монитор прикроватный реаниматолога МПР3-06 «Тритон», аппарат УЗИ Mindray DP-50, электрокардиограф ЭКЗТ-12-03 «Альтон», многофункциональный монитор МПР6-03 «Тритон», система Biopac Student Lab, ветеринарный электрокардиограф Cardiomaq PC V и др. Данные медицинские приборы имеют специальные интерфейсные выходы для связи с компьютером, а также специализированное программное обеспечение, что позволяет расширить возможности последующего хранения и обработки медицинской информации.

База данных инструментально-программно-методического комплекса «Биомедицинская инженерия»

На кафедре экспериментальной физики была разработана база данных ИПМК «Биомедицинская инженерия» в программной среде Microsoft Office Access. Данное исполнение позволяет управлять, обрабатывать, графически представлять и хранить данные, полученные с приборов. Использование баз данных позволяет легко организовывать поиск записей, проводить сортировку по нужным параметрам, производить нужный отбор записей, минимизировать время доступа и поиска результатов.

База данных структурно разделена на две части: серверную базу данных, которая содержит таблицы данных, и клиентскую базу данных, в которой содержатся все остальные объекты базы данных (Формы, Запросы, Отчеты, Макросы). Каждый пользователь взаимодействует с данными с помощью локальной копии и клиентской части базы данных. Такой подход имеет следующие преимущества над неразделенной базой данных:

- Производительность базы данных значительно повышается, так как по сети передаются только данные (объекты: таблицы, формы, запросы, макросы, модули — не перемещаются).
- При хранении серверной базы данных на независимом компьютере есть возможность задействовать дополнительные функции безопасности для защиты данных.
- Обеспечивается повышенная надежность базы данных, так как при сбое работы компьютера пользователя любое повреждение файла базы данных обычно ограничивается копией клиентской базы данных, с которой работал пользователь. Сам файл серверной базы данных, скорее всего, не повреждается.
- Поскольку каждый пользователь работает с локальной копией клиентской базы данных, можно разрабатывать и распространять различные по функционалу версии клиентской базы данных, не нарушая доступ к данным, хранящимся в серверной базе данных.

Серверная часть базы данных состоит из 11 таблиц:

- «Student» — в таблице хранятся следующие данные: ID студента, фамилия, имя, отчество, фото, дата рождения, пол, рост, вес.

Поле «ID_student» является ключевым и содержит уникальный код студента.

- «PET» — таблица содержит информацию о домашних животных в привязке к их собственникам, которые зарегистрированы в БД. Поле «ID_PET» является ключевым и содержит уникальный код студента.
- «User» — таблица хранит логины и пароли от учетных записей. «Accupedo», «AD», «Altonika», «Biopac», «EKG», «Monitor», «PET_ECG», «USI» — таблицы содержат информацию о дате, времени, результате исследования для конкретного прибора.

Для удобного просмотра данных, а также для осуществления с ними различного рода действий в БД созданы формы, запросы и макросы, которые реализованы в клиентской части базы данных. Также в клиентской части реализована таблица «Import», в которую временно заносятся данные для дальнейшего размещения в серверной части БД.

Графический интерфейс, выполненный с помощью оконных форм, представляет собой несколько связанных окон и является очень удобным для просмотра. Структура клиентской части базы данных изображена на рис. 2. На формах представлены вкладки, управляющие кнопки, поля для ввода информации с клавиатуры.

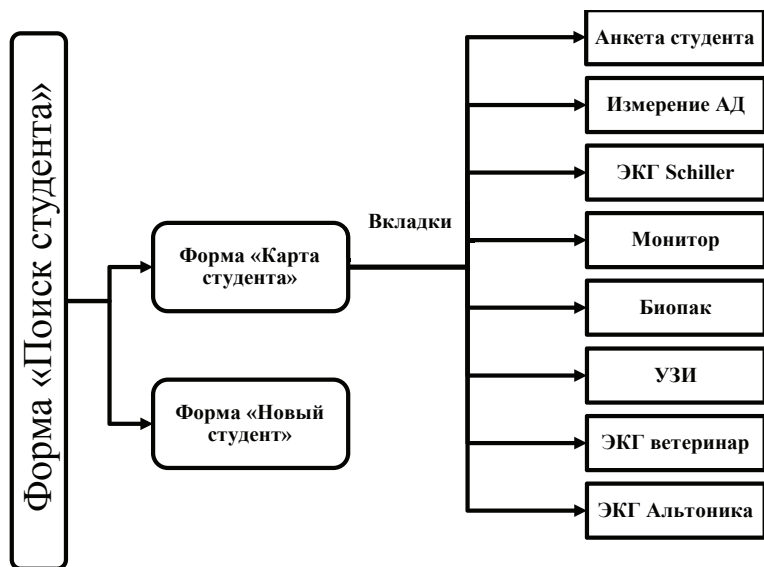


Рис. 2. Структура клиентской части базы данных

Форма «Поиск студента» позволяет найти информацию о конкретном студенте из таблицы «Student». При загрузке формы в списке студентов отображаются все фамилии студентов, которые ранее были добавлены в базу данных (рис. 3). Также можно сортировать студентов по полу и осуществлять быстрый поиск по начальной букве фамилии или имени. После выбора нужной фамилии студента автоматически происходит переход на форму «Карта студента». Если необходимой фамилии не оказалось в данном списке, то следует добавить фамилию нового студента, нажав на соответствующую кнопку.

The screenshot shows a web interface titled "Student_search". On the left, under "Список студентов", is a scrollable list of names: Агданцева Екатерина Николаевна, Архипова Дарья Павловна, Баранова Анна Александровна, Берденев Никита Евгеньевич, Бондарева Олеся Валерьевна, Будеева Екатерина Александровна, Вазиров Руслан Альбертович, Вахнина Дарья Игоревна, Войнов Виктор Сергеевич, Волжанинов Денис Александрович, Волкова Алена Евгеньевна, and Гладков Артем Олегович. To the right, under "Поиск по начальной букве", is a text input field. Below this is a "Фильтр" section with buttons for "Жен", "Муж", and "Все". Next to it is a "Поиск по алфавиту" section with a grid of Cyrillic letters (А-Я) and a "Все" button. At the bottom left is a "Добавить студента" button, and at the bottom right is a "Выход" button.

Рис. 3. Форма «Поиск студента»

Форма «Новый студент» является анкетой. Здесь необходимо заполнить все поля: «Фамилия», «Имя», «Отчество», «Пол», «Дата рождения», «Рост» и «Вес» для того, чтобы добавить студента в список (см. рис. 4). Ввод информации осуществляется с помощью клавиатуры. Также можно добавить изображение студента. Это возможно сделать с помощью кнопки «Добавить фото». Кнопкой «Сохранить» вводится информация с формы в БД о пациенте в виде новой записи в таблице «Student».

Форма «Карта студента» содержит вкладки: «Анкета студента», «Измерение АД», «ЭКГ Schiller», «Монитор», «Биопак», «Шагомер», «УЗИ», «ЭКГ ветеринарный», «ЭКГ Альтоника» (см. рис. 5). На каждой вкладке можно работать с информацией, полученной от конкретного при-

бора для выбранного студента. Здесь можно добавлять новые результаты измерений и анализировать предыдущие. Детальный алгоритм работы с вкладками для каждого прибора будет приведен ниже в описании соответствующей лабораторной работы.

The screenshot shows a web form titled 'Student_new' with a sub-header 'Личная информация' (Personal Information). The form is divided into two main sections for data entry:

- Left Section:**
 - Фамилия (Surname):
 - Имя (Name):
 - Отчество (Patronymic):
 - Пол (Gender): with a dropdown arrow.
- Right Section:**
 - Дата Рождения (Date of Birth):
 - Рост (Height):
 - Вес (Weight):

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Добавить фото' (Add photo) on the left and 'Сохранить' (Save) on the right.

Рис. 4. Форма «Новый студент»

Анкета студента | Измерение АД | ЭКГ Schiller | Монитор | Биопак | Шагомер | УЗИ | ЭКГ ветеринарный | ЭКГ Альтоника

The screenshot shows a web form titled 'Анкета студента' (Student Card). It features a navigation bar with tabs: 'Измерение АД', 'ЭКГ Schiller', 'Монитор', 'Биопак', 'Шагомер', 'УЗИ', 'ЭКГ ветеринарный', and 'ЭКГ Альтоника'. The main content area includes:

- Photo:** A photo of a young man wearing a cap. Below it is a button 'Изменить фото' (Change photo).
- Personal Information Form:**
 - Фамилия (Surname):
 - Имя (Name):
 - Отчество (Patronymic):
 - Пол (Gender):
 - Дата Рождения (Date of Birth):
 - Рост (Height):
 - Вес (Weight):
- ID Student:**
- Action:** A blue button labeled 'Анализ' (Analysis).

Выход

Рис. 5. Форма «Карта студента»

Лабораторная работа № 1. Получение, передача и анализ данных с тонометра UA-767PC

Измерение артериального давления. Осциллометрический метод

Артериальное давление — важнейший объективный показатель работы сердечно-сосудистой системы. Оно характеризует и работу самого сердца, нагнетающего кровь в сосудистое русло, и состояние сосудистой системы. Величина артериального давления зависит от:

- 1 — количества крови, поступающего в сосудистую систему в единицу времени;
- 2 — величины оттока крови через прекапиллярное русло;
- 3 — упругого напряжения стенок артериальных сосудов;
- 4 — емкости сосудистой системы;
- 5 — вязкости крови.

Различают несколько видов артериального давления:

- минимальное, или диастолическое (наименьшее значение давления к концу диастолического периода. Значение его зависит от степени проходимости или величины оттока крови через прекапиллярное русло, упругих свойств сосудов, частоты сердечных сокращений. Чем продолжительнее диастолический период, тем больше отток крови через систему прекапилляров и тем ниже минимальное давление);

- максимальное, или систолическое (это давление возникает в момент выброса крови из сердца в аорту. Оно характеризует количество энергии, которым обладает движущаяся масса крови на данном участке сосуда);
- боковое (под боковым или пьезометрическим систолическим давлением понимают то максимальное давление, которое испытывают внутренние стенки артериальных сосудов в период систолы желудочков);
- ударное (для полного прекращения движения крови в пульсирующей артерии необходимо к ее стенке приложить давление, превышающее внутреннее. При этом энергия движущейся до этого крови создает ударное давление);
- среднее динамическое (усредненное значение всех мгновенных давлений за один цикл колебания сердца. Его значение можно найти интегрированием мгновенных значений артериального давления за период).

Наибольший диагностический интерес на практике представляют первые два типа давления — диастолическое и систолическое.

Измерение параметров давления может осуществляться прямым или косвенным методами. При прямом методе датчиком непосредственно воспринимается давление, имеющееся в конкретном сосуде. Для этого в сосуд вводится катетер, в котором имеется датчик давления. Естественно, прямые методы используются только в клиниках. Косвенные методы основаны на искусственном создании нарушения кровообращения и определении величины давления по реакции на известную помеху. Достоверность результатов косвенных измерений меньше, чем прямых. Но благодаря простоте проведения измерительных операций, их доступности, дешевизне измерительной аппаратуры, отсутствию инвазивных воздействий они получили преимущественное распространение в медицинской практике.

Основной косвенный метод исследований артериального давления основан на определении величины противодавления, которое нужно создать в манжете, чтобы вызвать определенные нарушения движения крови в отрезке артерии. Реализовано два метода фиксирования реакции системы на эти нарушения: акустический (аускультативный) и осциллометрический. Первый из них основан на прослушивании звуковых колебаний, называемых тонами Ко-

роткова. В момент, когда систолическое давление становится больше давления в манжете, поток крови проходит через пережатый участок. Площадь сечения, через которую проходит кровь, сравнительно невелика. Кровь под давлением проталкивается в область, где площадь сечения артерии достаточно большая. При этом ламинарность потока нарушается, движение становится турбулентным. В результате взаимодействия стенок артерии с движущейся с большой скоростью жидкостью появляются специфические звуковые колебания, которые легко прослушиваются с помощью фонендоскопа, установленного у нижнего края манжеты в районе локтевого сгиба.

При достижении давления в манжете диастолического значения уровень прослушиваемых колебаний резко уменьшается. Это служит показателем, позволяющим оценить диастолическое давление.

Фиксируя давление в момент появления тонов Короткова и в момент их резкого уменьшения, косвенным методом определяют систолическое и диастолическое давление.

Аускультативный метод прекрасно себя зарекомендовал для построения ручных тонометров, однако для автоматизированных измерителей давления лучшие результаты достигнуты при применении осциллометрического метода.

Осциллометрический метод измерения артериального давления заключается в анализе пульсаций давления (осцилляции), возникающих в манжете, сжимающей артерию в режимах компрессии или декомпрессии воздуха. Для регистрации осцилляции в воздушную магистраль манжеты устанавливается датчик давления. При использовании этого метода компрессия и декомпрессия в манжете производятся плавно с достаточно высокой линейностью. Скорость их поддерживается на уровне 2 мм рт. ст. на один межпульсовый интервал.

Для поддержания линейности используют специальные клапаны-линеаризаторы воздушного потока или схемы с электромеханической обратной связью, поддерживающие неизменной скорость компрессии или декомпрессии.

Анализируя амплитуды и формы зарегистрированных осцилляций, можно выделить области характерных изменений, при которых давление в манжете соответствует искомым параметрам артериального давления.

Так, если плавно изменять давление в манжете и при этом измерять и регистрировать амплитуду колебаний давления в ней (рис. 6), то можно определить среднее динамическое давление $P_{\text{ср.дин}}$ — оно будет соответствовать тому давлению в манжете, при котором амплитуда (размах) колебаний будет иметь максимальную величину.

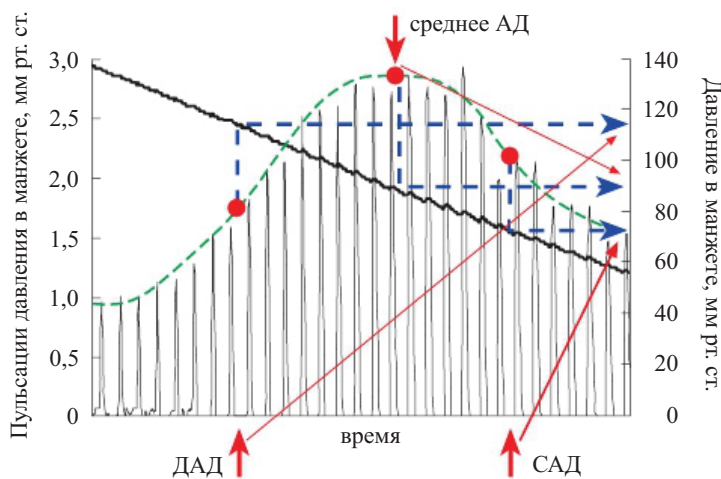


Рис. 6. Зависимость амплитуды пульсаций от давления в манжете

По резкому уменьшению амплитуд пульсаций в манжете можно определить моменты, когда давление в ней станет меньше диастолического и больше систолического.

Регистрируя значения пульсаций давления, оценивают изменения размеров сосуда под манжетой при разных значениях противодавления. При противодавлении, равном среднему динамическому давлению, изменения размеров сосуда под манжетой будут иметь максимальное значение, при противодавлениях, больших систолического и меньших диастолического, — минимальные значения.

Преимущества осциллометрического метода:

1. Относительно устойчив к шумовым нагрузкам, что позволяет использовать его в ситуациях с высоким уровнем шума (вплоть до кабины вертолета).
2. Позволяет проводить определения АД в случаях, представляющих проблему для аускультативного метода — при выраженном «аускультативном провале», «бесконечном тоне», слабых тонах Короткова.

3. Значения давления практически не зависят от разворота манжеты на руке и мало зависят от ее перемещений вдоль руки (пока манжета не достигает локтевого сгиба).
4. Позволяет проводить измерения АД без потери точности через тонкую ткань одежды.

Недостатки осциллометрического метода:

1. Сложности с оценкой полученных осцилляций. Так, при его практическом использовании в ряде случаев вместо осцилляций, меняющихся по ожидаемому закону, получаются своеобразные «плато» — серии осцилляций, одинаковых по амплитуде.
2. Переход осцилляции на малые колебания (при систолическом и диастолическом давлениях) осуществляется достаточно плавно. При этом затруднено определение момента времени, в который необходимо провести отсчет давления.
3. Относительно низкая устойчивость к движениям руки.

Устройство и принцип работы тонометра

Автоматический тонометр UA-767PC предназначен для дневного мониторинга артериального давления и частоты сердечных сокращений. Внешний вид прибора представлен на рис. 7.



Рис. 7. Автоматический тонометр UA-767PC

Основные технические характеристики

- Метод измерения: осциллометрический.
- Способ накачивания манжеты: автоматический.
- Способ выпуска воздуха из манжеты: автоматический.
- Память на 280 измерений.
- Переключатель уровня давления имеет 4 ступени (150, 180, 210, 240).
- Регистрация даты и времени измерения.
- Прибор работает
 - на четырех элементах питания типа 316 (R6, AA).
 - от сети. Сетевой адаптер: тип — AC-S-0,006–0,500; входное напряжение — 220 В, 50 Гц; выходное напряжение — стабилизированное 6 В, 500...600 мА.
- Пределы измерения давления: 20–280 мм рт. ст. Погрешность 5 %.
- Пределы измерения пульса: 40–200 ударов в мин. Погрешность 5 %.
- Передача данных в ПК с помощью интерфейсного кабеля.

Комплектация

- Основной блок в корпусе.
- Безболезненная манжета SlimFit стандартная (22–32 см).
- Трубка соединительная (воздуховод).
- Сетевой адаптер.
- Элементы питания типа AA, R6.
- Интерфейсный кабель RS-232C.

Для выполнения измерения необходимо вставить коннектор соединительной трубки в разъем на боковой панели прибора, наложить манжету на плечо на расстоянии 2–3 см от локтевого сгиба, установить переключатель уровня давления примерно на 30–40 мм рт. ст. выше предполагаемой величины САД (рекомендуемое 150).

После нажатия кнопки START прибор начнет автоматически нагнетать воздух в манжету до величины давления, указанной переключателем.

Питание осуществляется или от сети через адаптер, или от батареек. Система предварительно выполняет самопроверку, датчик давления калибруется относительно атмосферного и устанавливается на ноль.

При достижении необходимого давления начинается выпуск воздуха и измерение. Если установленный уровень не достаточен для полного сжатия артерии, прибор увеличивает давление в манжете

при следующей попытке. После измерения прибор выпускает оставшийся в манжете воздух. На жидкокристаллическом дисплее появляются значения САД, ДАД и частоты сердечных сокращений, которые автоматически сохраняются в памяти прибора.

Также дисплей отображает дополнительные символы — это индикатор аритмии (полое сердечко), индикатор режима измерения и отображения пульса (закрашенное сердечко), индикатор режима памяти (М), элементы индикаторов батареи.

Передача данных из тонометра UA-767PC в компьютер

Для управления данными, которые передаются с приборов в компьютер, необходимо специальное программное обеспечение. Для тонометра UA-767PC используется программное обеспечение разработки кафедры экспериментальной физики — Patients.

Для обеспечения сбора и обработки медико-биологических данных с приборов была организована локальная сеть. Сеть включает в себя сервер и рабочие станции, объединенные в единую сеть по технологии Ethernet (Wi-Fi).

Рабочая станция представляет собой место работы пользователя с медицинским прибором и включает в себя компьютер, установленное программное обеспечение для работы с конкретным медицинским аппаратом, а также вспомогательное оборудование. Так, например, рабочая станция для работы с тонометром UA-767PC состоит из компьютера со встроенной сетевой картой, работающего под управлением операционной системы Windows, программного обеспечения Patients. Данные с тонометра UA-767PC по интерфейсу RS-232C передаются в компьютер (ПК1) рабочей станции и затем по сети направляются пользователем на сервер. Главной задачей сервера является хранение биомедицинской информации, полученной из разных источников, что позволяет пользователю просматривать результаты измерений с разных приборов непосредственно на своем рабочем месте, даже если оно физически находится в другом месте. Для управления, обработки, графического представления и хранения данных, полученных с приборов, используется база данных в программной среде Microsoft Office Access.

Порядок выполнения работы

В работе используется следующее лабораторное оборудование:

- Автоматический измеритель артериального давления и пульса UA-767PC.
- ПО: «Patients» (получить у преподавателя)
- Кабель RS-232C.

1. Подготовка тонометра к работе:

- Обернуть манжету тонометра вокруг левого плеча испытуемого на расстоянии 2–3 см от внутренней линии сгиба руки в локте (средняя треть плеча). Крепить манжету следует плотно, но не туго, так, чтобы под манжетой с трудом помещался палец руки. Рука испытуемого, на которую надета манжета, должна была расслаблена и лежать на столе ладонью вверх.
- Для просмотра результатов предыдущих измерений необходимо нажать и удерживать в течение 2–3 секунд кнопку «START», после чего результат каждого измерения, начиная с последнего, будет отображаться на дисплее в режиме циклического просмотра.
- Для стирания всех результатов необходимо нажать и удерживать несколько секунд кнопку с изображением часов. После звукового сигнала на дисплее появится мигающий символ «M», что означает стирание результатов.

2. Измерение артериального давления:

- Включить командную кнопку «START» исполнения измерения.
- Дождаться окончания измерения, о котором сигнализирует звуковой сигнал прибора. Если давление в манжете недостаточно для остановки кровотока и обработки осцилляций, тонометр прерывает декомпрессию, возобновляют работу компрессора до достижения давления на 20 мм рт. ст. больше предыдущего предела накачки.
- Повторить измерения 3–5 раз.

3. Передача данных в ПК:

- Осуществить передачу данных из памяти прибора на персональный компьютер с помощью COM-порта. Для этого

необходимо подсоединить кабель RS-232C к разъему мини-джек 3.5, расположенному на задней части корпуса UA-767PC. Другой разъем кабеля подключить к свободному COM-порту ПК. Включить ПК, запустить программу «Patients» (рис. 8).

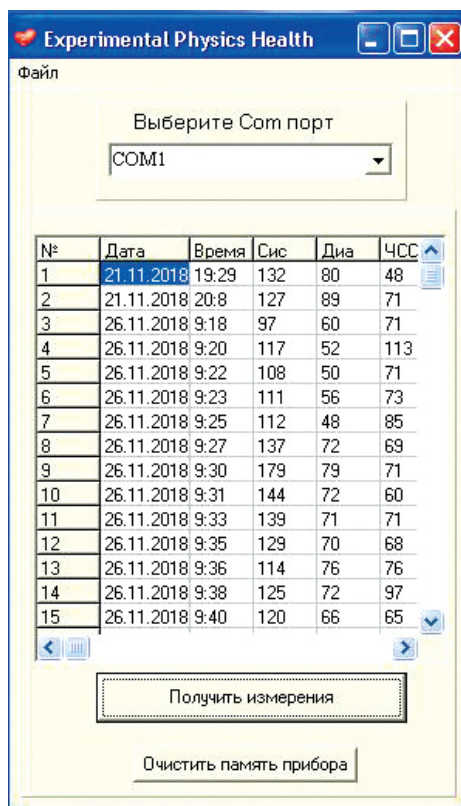


Рис. 8. Рабочее окно программы Patients

- Загрузить данные из памяти прибора, нажав на кнопку «Получить измерения», после чего в меню «Файл\Сохранить как...» сохранить их под именем «Фамилия.txt».
4. Обработка данных с помощью базы данных ИПМК «Биомедицинская инженерия»
- Включить сервер (ауд. Ф-182).
 - Скопировать результаты измерений («Фамилия».txt) с локального компьютера в папку на сервере. Адрес папки на сервере — \\192.168.0.101\ИПМК\АД.

- Запустить программу на локальном компьютере — клиентскую часть базы данных ИПМК «Биомедицинская инженерия» (получить у преподавателя).
- Найти себя в списке студентов либо ввести нового пользователя (если вход в базу данных выполняется впервые).
- На форме «Карта студента» открыть вкладку «Измерение АД».
- Добавить результаты измерений в базу данных. Просмотреть данные в программе ИПМК (рис. 9).

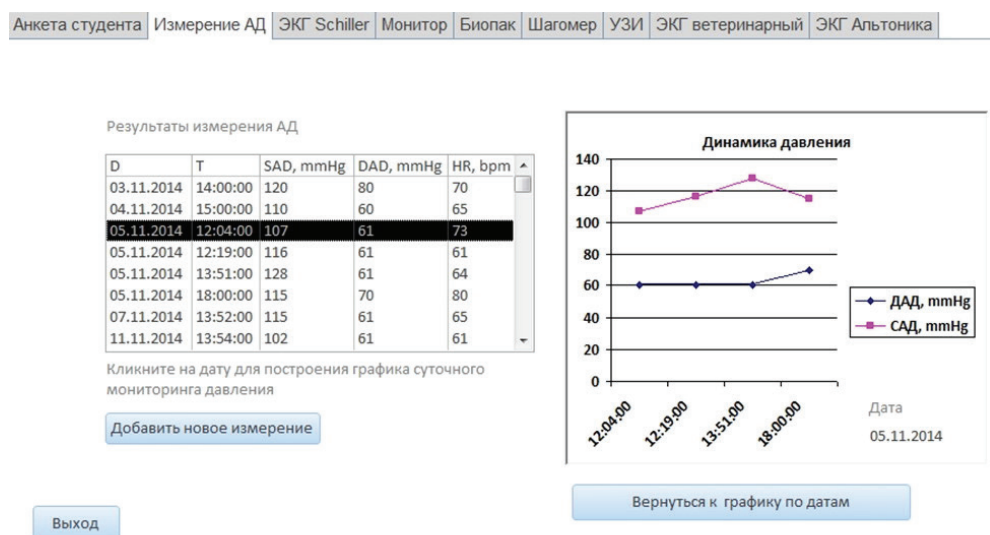


Рис. 9. Вкладка «Измерение АД» формы «Карта студента»

Лабораторная работа № 2. Получение, передача и анализ данных с электрокардиографа SCHILLER AT-101

Электрокардиография. Общие положения

Современная функциональная диагностика располагает самыми различными инструментальными методами исследования. Одним из распространенных и доступных методов исследования является электрокардиография — измерение и анализ электрической активности сердца.

Основным инструментом исследования является электрокардиограф, так как он позволяет изучать сердечную деятельность пациента в любых условиях без проникновения непосредственно в область сердца, т. е. неинвазивным путем.

При помощи электрокардиографа можно установить:

- 1) источник ритма сердца, его регулярность, частоту;
- 2) положение электрической оси сердца;
- 3) наличие нарушений ритма сердца и проводимости;
- 4) наличие гипертрофии камер сердца;
- 5) наличие изменений миокарда очагового или диффузного характера (ишемия, повреждение, некроз, электролитные нарушения и т. д.).

Принципы действия электрокардиографа состоят в регистрации электрических сигналов, возникающих при сокращении сердечной

мышцы. Для измерения сигналов используют как минимум два электрода, которые располагают на поверхности тела пациента.

Нормально работающее сердце генерирует электрические импульсы, создающие электрическое поле. Математически это поле может быть представлено в виде вектора определенной величины и направления. Векторное представление электрических потенциалов сердца впервые было разработано известным датским физиологом Эйнтховеном: измеряя разности потенциалов между руками и между каждой рукой и левой ногой (т. е. вдоль каждой из сторон треугольника Эйнтховена), можно определить величину и направление вектора электрического поля сердца (рис. 10).

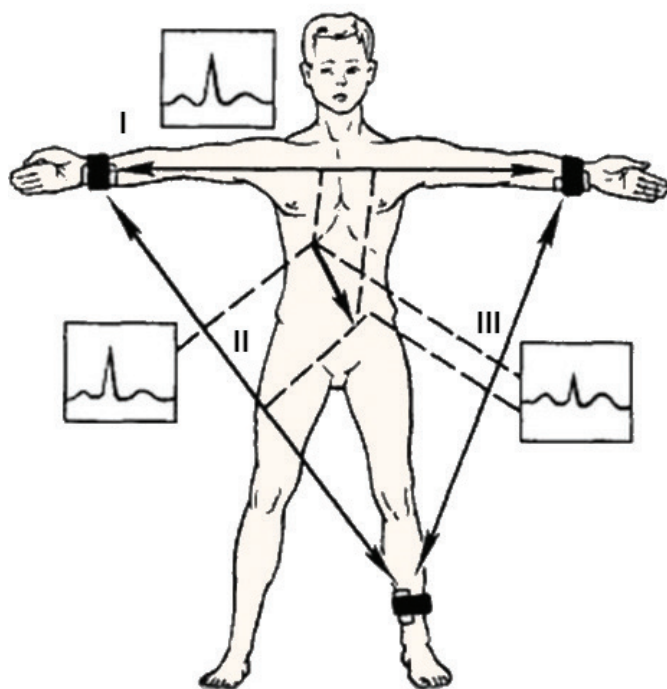


Рис. 10. Треугольник Эйнтховена. Электрический вектор сердца [11]

Разности потенциалов между вершинами равностороннего треугольника называют стандартными передними отведениями и обычно обозначают римскими цифрами I, II, III.

Усиленные отведения от конечностей были предложены Гольдбергером. Они регистрируют разность потенциалов между одной из ко-

нечностей, на которой установлен активный положительный электрод данного отведения (правая рука, левая рука или левая нога), и средним потенциалом двух других конечностей (рис. 11).

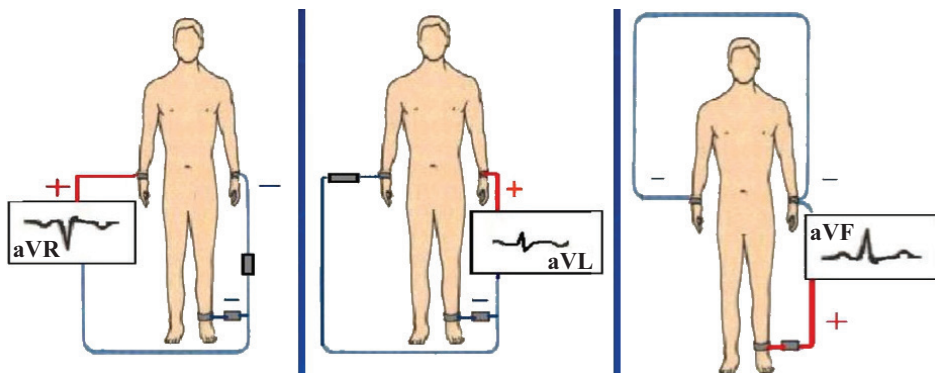


Рис. 11. Усиленные униполярные отведения по Гольдбергеру [12]

Таким образом, в качестве отрицательного электрода в этих отведениях используют так называемый объединенный электрод Гольдбергера, который схематически образуется при соединении оставшихся электродов от двух конечностей через дополнительное сопротивление.

В случае отведений I, II, III, aVR, aVF, aVL изучается изменение вектора электрического поля сердца во фронтальной плоскости; в случае шести дополнительных отведений, называемых грудными, изучаются изменения вектора электрического поля сердца в поперечной плоскости.

Грудные однополюсные отведения, предложенные Вильсоном, регистрируют разность потенциалов между активным положительным электродом, установленным в определенных точках на поверхности грудной клетки, и отрицательным объединенным электродом Вильсона.

Последний образуется при соединении через дополнительные сопротивления трех конечностей (правой руки, левой руки и левой ноги), объединенный потенциал которых близок к нулю.

Обычно для записи ЭКГ используют 6 общепринятых позиций грудного электрода на передней и боковой поверхности грудной клетки, которые в сочетании с объединенным электродом Вильсона образуют 6 грудных отведений (см. рис. 12). Грудные отведения обозначают

ются заглавной латинской буквой V (потенциал, напряжение) с добавлением номера позиции активного положительного электрода, обозначенного арабскими цифрами.

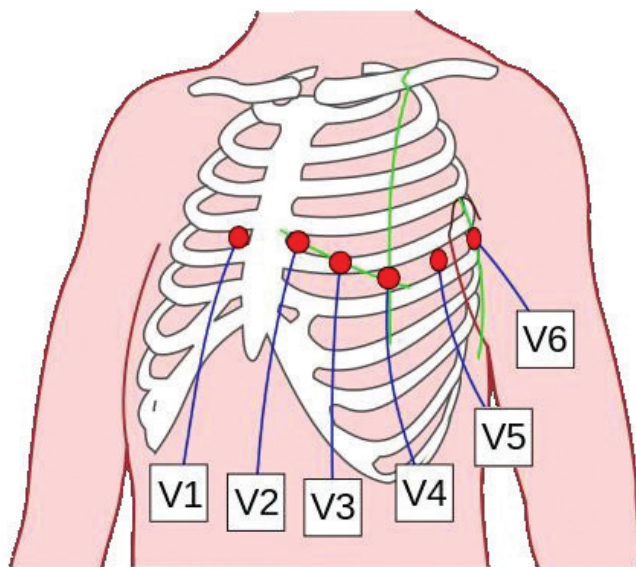


Рис. 12. Грудные отведения по Вильсону [13]

Специалисту для диагностирования любой сердечной патологии, как правило, достаточно стандартной 12-канальной записи ЭКГ, т. е. шести грудных, трех усиленных униполярных (aVR, aVF, aVL) и трех стандартных (I, II, III) отведений.

Для уточнения диагноза и локализации патологических изменений сердечной мышцы иногда необходимо более тщательное исследование с использованием дополнительных отведений. Наиболее часто используют дополнительные отведения по Нэбу. Для того чтобы снять ЭКГ по Нэбу, на грудную клетку обследуемого накладываются три электрода: первый (красный) устанавливается во втором межреберье справа от грудины; второй (желтый) — в пятом межреберье по задней подмышечной линии слева; третий (зеленый) — пятое межреберье по срединно-ключичной линии слева (см. рис. 13). Такая установка электродов позволяет сформировать вокруг сердца неравносторонний треугольник, стороны которого являются проекциями отведений электрической активности сердца.

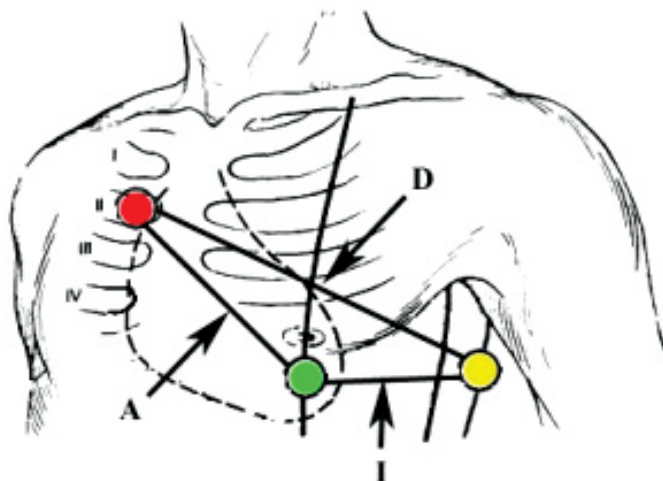


Рис. 13. Грудные отведения по Нэбу [14]

Для получения ЭКГ по Нэбу осуществляется запись трех двухполюсных отведений, получивших буквенную маркировку — D (Dorsalis), A (Anterior) и I (Inferior). Указанные отведения позволяют зафиксировать такие изменения в миокарде, которые практически не отображаются при стандартной электрокардиографии.

Электрокардиограмма

Сердце работает в нашем организме под руководством собственного водителя ритма, который вырабатывает электрические импульсы и направляет их в проводящую систему. Расположен водитель ритма сердца в правом предсердии в месте слияния полых вен, т. е. в синусе, и поэтому назван синусовым узлом, а импульс возбуждения, исходящий из синусового узла, называется соответственно синусовым импульсом.

У здорового человека синусовый узел вырабатывает электрические импульсы с частотой 60–90 ударов в минуту, равномерно посылая их по проводящей системе сердца. Следуя по ней, эти импульсы охватывают возбуждением прилегающие к проводящим путям отделы миокарда и регистрируются графически на ленте как кривая линия ЭКГ (зависимость величины потенциала от времени в определенной точке регистрации).

Прохождение импульса по проводящей системе сердца на ЭКГ выглядит в виде пиков — подъемов и спадов кривой линии. Эти пики принято называть зубцами электрокардиограммы и обозначать латинскими буквами P, Q, R, S и T. Важную роль также играют интервалы между характерными точками ЭКГ. Нормальная ЭКГ схематично представлена на рис. 14.

Зубец P (0,06–0,11 с) характеризует охват возбуждением предсердий. Начальная часть зубца P соответствует возбуждению правого предсердия, затем следует возбуждение левого предсердия. К концу зубца P предсердия максимально возбуждены.

Интервал P-Q (0,12–0,20 с) отражает промежуток времени между началом деполяризации предсердий (P) и началом деполяризации желудочков (Q).

Зубец Q (0,02–0,03 с) свидетельствует о возбуждении межжелудочковой перегородки, которое быстро распространяется на желудочки сердца.

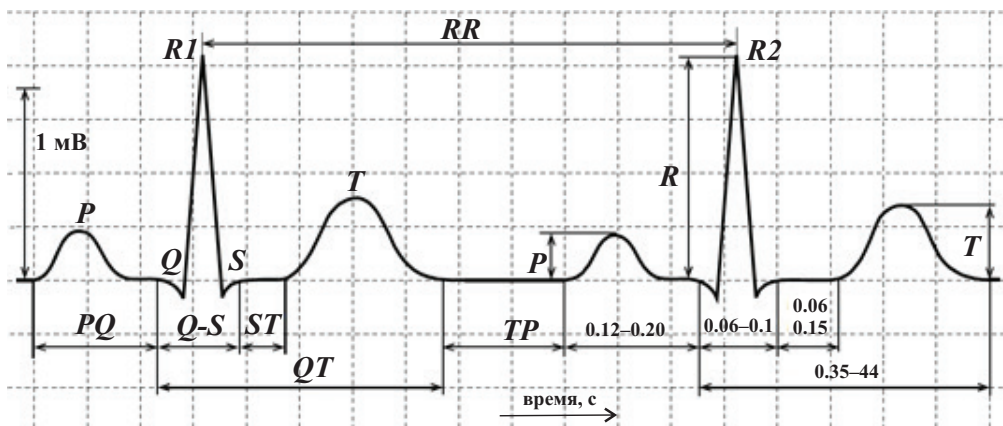


Рис. 14. Схема нормальной ЭКГ [14]

Комплекс QRS (0,04–0,10 с) свидетельствует о деполяризации миокарда желудочков. Конечная часть комплекса QRS соответствует полной деполяризации желудочков. Охват желудочков возбуждением предшествует их механическому сокращению.

Зубец T (0,10–0,25 с) отражает процесс возвращения желудочков из состояния возбуждения в состояние покоя.

Устройство электрокардиографа Schiller AT-101. Основные технические характеристики прибора

Schiller AT-101 — 3-канальный портативный электрокардиограф с синхронной регистрацией 12 отведений. Прибор предназначен для эксплуатации в условиях неотложной помощи, а также в стационарных условиях лечебно-профилактических учреждений. Внешний вид прибора изображен на рис. 15.



Рис. 15. Электрокардиограф Schiller AT-101

Основные технические характеристики

- Отведения, регистрируемые электрокардиографом: I; II; III; α VR; α VL; α VF; V1-V6; D, A, I по Нэбу.
- Чувствительность ξ : 5, 10, 20 мм/мВ.
- Скорость подачи бумаги V: 5, 10, 25 и 50 мм/с.
- Возможность работы как от сети, так и от встроенного аккумулятора (до 3 часов).
- Буквенно-цифровая клавиатура и выделенные функциональные клавиши для простого удобного управления.
- Встроенный термопринтер с различными опциями формата печати, определяемыми пользователем.
- Опция вывода на внешний принтер.
- Измерения и усредненные циклы с возможностью автоматической и ручной распечатки регистрации.

- Автоматическая интерпретация ЭКГ.
- Память на 40 регистраций.
- Передача данных в ПК.

Комплектация

- Электронный блок.
- Встроенный термопринтер.
- Кабель отведений.
- Электроды: 4 на конечности в виде клипс и 6 грудных в грушевидном исполнении.
- Встроенный аккумулятор, сетевой адаптер.
- Интерфейсный кабель RS232C.

Для выполнения измерения необходимо подключить кабель отведений к электрокардиографу и к электродам, наложенным на тело пациента. Кабель отведений состоит из десяти проводов, соответствующих числу электродов и оканчивающихся штырями. Все электродные провода имеют цветокодировку; нужно следовать руководству для снятия ЭКГ.

Для уменьшения сопротивления кожи человека следует использовать контактный высокопроводящий гель в месте наложения электрода.

Если сопротивление электрода слишком высокое для качественной регистрации или электрод смещается в процессе регистрации, то на экране начнет мигать символ электрода и раздастся звуковой сигнал. Указанный электрод (электроды) должен быть наложен повторно.

Комбинация электродов, определенная пользователем, должна быть установлена в меню «Настройки»: Меню\Настройка\Настройки ЭКГ\Отведения\.

Электрокардиограф Schiller может работать в двух режимах: автоматической регистрации и ручной регистрации. В режиме автоматической регистрации печать идет по 12 каналам с данными пациента, текущей датой, установками фильтра, измерениями и интерпретацией (если выбрана). Регистрация может быть сохранена и/или при необходимости может быть распечатана дополнительная копия.

Режим ручной регистрации предполагает длительную печать трех выбранных отведений (до нажатия клавиши «Stop»). Для запуска ре-

гистрации в автоматическом режиме надо нажать клавишу «Start» в ручном режиме — выделенную клавишу «Ручная печать». В режиме автоматической регистрации обязательно наложение всех 10 электродов на тело пациента. В режиме ручной регистрации можно ограничиться только электродами на конечности. В таком случае следует выбрать следующие группы отведений: I, II, III; αVR , αVL , αVF ; II, αVF , III.

В процессе получения данных как для визуализации, так и для ручной печати, можно произвести выбор, используя верхний ряд клавиш клавиатуры:

- группы отведений;
- выбор чувствительности (мм/мВ);
- выбирается скорость подачи бумаги;
- включается и выключается миографический фильтр;
- включается выравнивание ЭКГ по изолинии и/или визуализация пульса 1 мВ на экране и распечатке.

Существует 4 способа визуализации данных:

1. Экран получения данных и регистрации ЭКГ: визуализируется ЭКГ в режиме реального времени, а также возможен запуск автоматической регистрации ЭКГ. В автоматическом режиме 10 секунд регистрации ЭКГ анализируются и усредняются, результаты выводятся на печать. Регистрация, произведенная в автоматическом режиме, также может быть сохранена в памяти для последующей распечатки или передачи.
2. Экран памяти: возможен доступ к сохраненным регистрациям, их распечатка или передача.
3. Экран данных пациента: ввод данных пациента через клавиатуру.
4. Ввод и настройка данных: производятся все системные настройки.

Для передачи распечатки ЭКГ на внешний принтер в электрокардиографе предусмотрен порт LPT. Целесообразность печати ЭКГ на внешнем принтере определяется из материальной составляющей, т. к. термопринтер электрокардиографа работает только с оригинальной бумагой Schiller, а также учитывается, что формат А4 гораздо более удобно вкладывать в личное дело пациента.

Электрокардиограф работает только с принтерами компании Hewlett-Packard. Если внешний принтер отсоединен или отключен,

кардиограф автоматически переключается на внутренний термо-принтер.

Электрокардиограф сохраняет в памяти дату, время, ЭКГ и данные пациента. Для дальнейшей обработки полученного массива данных нужно обеспечить его передачу в компьютер. Для этого прибор оснащен специальным интерфейсным выходом для связи с компьютером, последовательным портом RS-232C (COM-порт).

Передача данных из электрокардиографа в компьютер

Все большее значение сейчас начинают играть цифровые способы записи информации. При этом роль регистратора выполняет электронная память компьютера. Для этого сигнал усилителя преобразуется в цифровой код. Частота дискретизации берется такой, чтобы по мгновенным выборкам напряжения можно было бы восстановить форму интересующих кривых изменения потенциала. При таком подходе к выходу усилителя биопотенциалов подключается аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Его сигналы через соответствующий интерфейс вводятся в память компьютера. Из нее информация может быть выведена на экран монитора или подвергнута соответствующей обработке.

Многие современные электрокардиографы имеют в наличии специальные выходы для подключения к ПК. Среди них можно выделить: связь через последовательный порт RS-232C (COM-порт), USB, LAN, порт PC-карты памяти, порт SD-карты памяти. Bluetooth, ИК-порт, Dial-Up. Также имеется возможность подключения кардиографа к внешнему дисплею компьютера через разъем D-sub.

Как правило, передача данных с электрокардиографа на компьютер осуществляется через последовательный порт RS-232C (COM-порт). Почти любой современный электрокардиограф оснащен этим портом. Необходимо подчеркнуть, что возможность передачи данных с электрокардиографа в ПК подразумевает обработку ЭКГ-сигнала методами, позволяющими получать качественно иную информацию, не доступную при традиционном визуальном анализе ЭКГ. Кроме того, передача данных на электронный носитель обеспечивает возможность сохранения этой информации, а также дополнительную возможность ведения электронных баз данных для хранения результатов медицинских исследований.

Порядок выполнения работы

Используется следующее лабораторное оборудование:

- электрокардиограф Schiller AT-101;
- кабель отведений;
- набор электродов;
- электродный контактный гель;
- ПК;
- принтер Hewlett-Packard;
- кабель для Com-порта (DB-9, нуль-модемный), рис. 16;
- ПО — программы SEMA-200 и SemaComm.

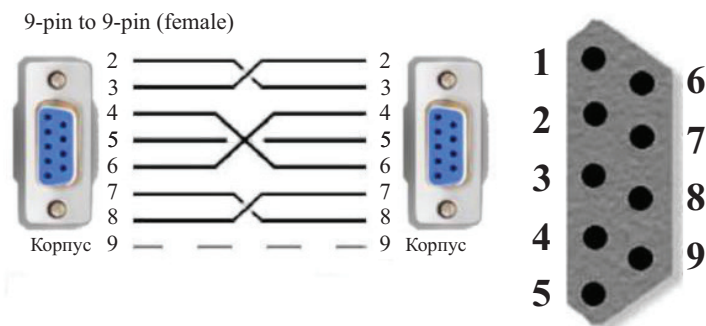


Рис. 16. Нуль-модемный кабель DB-9 (Com-порт RS-232C) [15]

1. Запись электрокардиограммы



Необходимо подготовить электрокардиограф Schiller AT-101 к работе: подключить электрокардиограф к сети питания, наложить электроды на испытуемого, включить электрокардиограф.

Большинство функций активируется при помощи 5 клавиш, расположенных непосредственно под ЖК-дисплеем. Функции этих клавиш варьируются и зависят от текущего экрана: активная функция клавиши визуализируется на экране непосредственно над клавишей. Если над клавишей не появляется пояснение ее функции, это означает, что клавиша не активна при этом экране.

Верхний ряд буквенно-цифровой клавиатуры позволяет производить прямые установки группы отведений, скорости и чувствительности кривой, фильтра и других функций как для экрана в режиме реального времени, так и для распечатки в ручном режиме.

ВНИМАНИЕ: Для решения проблемы с кодировкой кириллицы (разработчики ПО допустили ошибки) необходимо переключить интерфейс кардиографа на латиницу (английский язык). Это делается в настройках (Setup), такая возможность появляется при нажатии клавиши **Функц** на клавиатуре.

Этапы работы:

- Для начала работы с новым пациентом, необходимо нажать клавишу  и ввести его данные: ФИО, дату рождения, рост, вес и т.д., используя клавиатуру на приборе; после ввода нажимаем клавишу ENTER. Для удобства ввода ФИО на латинице желательно видеть перед собой клавиатуру обычного компьютера. Крайне важно не забыть ввести номер-идентификатор (ID) пациента — до 20 символов, без этого передача данных не будет осуществляться.
- Войти в Экран получения данных и регистрации ЭКГ (MENU).
- Выбрать» «ЭКГ покоя» (EKO REST) (1-я из 5 клавиш под ЖК-дисплеем).
- Выбрать регистрируемые отведения (I, II, III), используя верхний ряд буквенно-цифровой клавиатуры (клавиши «1», «2»).
- Выставить скорость лентопротяжного механизма 25 мм/с, используя верхний ряд буквенно-цифровой клавиатуры.
- Включить миографический фильтр нажатием на клавишу .
- Записать ЭКГ, нажав клавишу START.
- Для остановки и сохранения записи, необходимо нажать клавиши STOP и SAVE.

2. Передача ЭКГ-сигнала в ПК

- Выключить питание электрокардиографа. Подключить электрокардиограф к ПК нуль-модемным кабелем DB-9. При этом ПК также должен быть выключен.
- Включить ПК. В настройках конфигурации (C:\SemaComm\semacomm.cfg) программы SemaComm устанавливается номер COM-порта, скорость соединения по COM-порту и др. (см. рис 17). Файлы на компьютере создаются с расширением .RST. Для корректной работы передачи данных скорость обмена информацией в модуле SemaComm должна совпадать с настройками скорости на кардиографе. Пред-

почтительно выбрать максимальную скорость, то есть 115200 бит/с. По умолчанию файлы попадают в каталог — C:\SemaComm\Import.

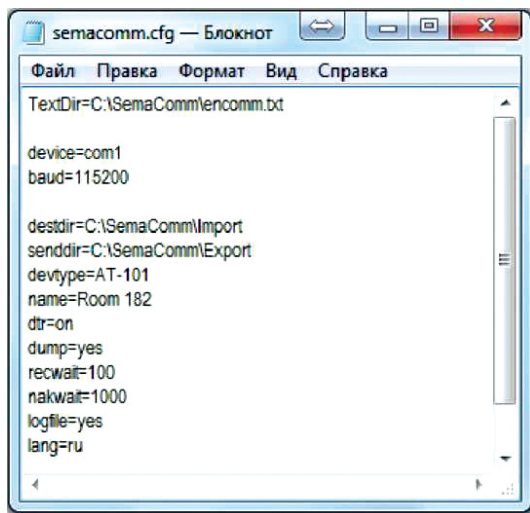


Рис. 17. Настройки в файле semacomm.cfg

- Включить кардиограф, запустить приложение SemaComm на ПК (окно программы показано на рис. 18).

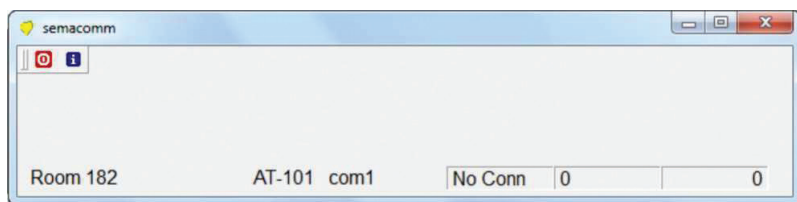


Рис. 18. Окно программы SEMACOMM

- На экране памяти (MEMORY) электрокардиографа выбрать ФИО записанного пациента и передать эту запись в ПК. По умолчанию файлы попадают в каталог C:\SemaComm\Import.
- Запустить приложение SEMA-200 (C:\Sema200\Sema200.exe), используя значения параметров: User-ID — DEFAULT, Password — system. Импортировать в эту программу данные из файлов в папке C:\Semacomm\Import (окно импорта показано на рис. 19).

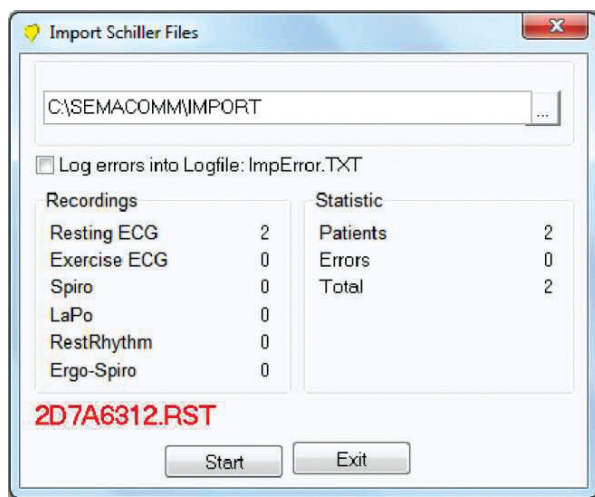


Рис. 19. Окно импорта программы SEMA-200

- Просмотреть данные в программе SEMA-200.
- В главном окне программы SEMA-200 (рис. 20) можно выбрать запись для конкретного пациента, воспользовавшись при этом поиском по фамилии, имени либо ID пациента, а затем из списка доступных для этого пациента ЭКГ, отсортированных по дате, выбрать нужную. При двойном нажатии левой клавиши мыши на ячейку с выбранной ЭКГ откроется окно для ее изучения (рис. 21).

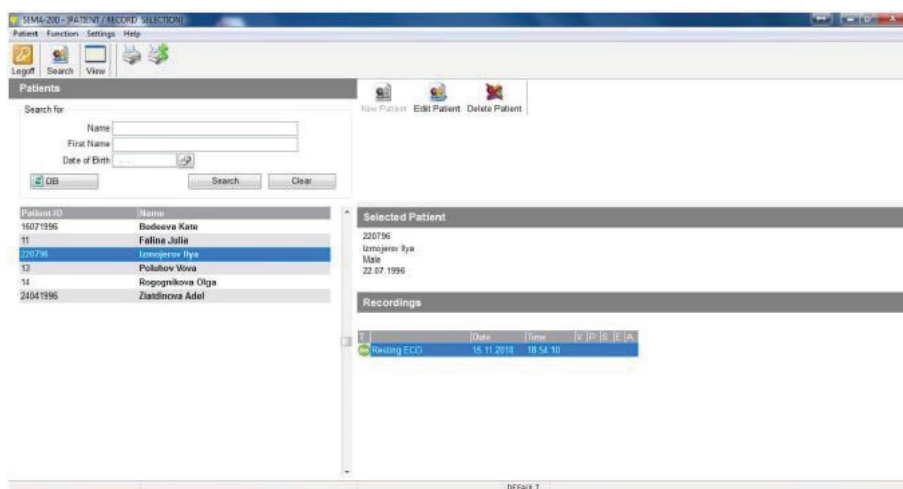


Рис. 20. Окно программы SEMA-200 для выбора пациента и его ЭКГ



Рис. 21. Окно программы SEMA-200 для анализа ЭКГ пациента

3. Запись результатов в базу данных ИПМК «Биомедицинская инженерия»

- Сохранить результаты измерения в файл с именем «Фамилия.pdf» на локальном рабочем компьютере. Включить сервер (ауд. Ф-182) *.
- Скопировать результаты измерений в папку на сервере с локального компьютера. Адрес папки на сервере — \\192.168.0.101\ИПМК\ЭКГ.
- Запустить программу на локальном компьютере — клиентскую часть базы данных ИПМК «Биомедицинская инженерия» (получить у преподавателя).
- Найти себя в списке студентов либо создать запись для нового пользователя (если вход в базу данных выполняется впервые).
- На форме «Карта студента» открыть вкладку «ЭКГ Schiller».
- Добавить результаты измерений в базу данных. Просмотреть данные в программе ИПМК (см. рис. 22).

* Аудитория в здании физико-технологического института УрФУ.

Анкета студента

Измерение АД

ЭКГ Schiller

Монитор

Биопак

Шагомер

УЗИ

ЭКГ ветеринарный

ЭКГ Альтоника

Результаты измерения ЭКГ

Номер	Дата
1	11.03.2015
2	25.11.2014

Добавить новое измерение

Выход

Пациент: Семеняк Дарья Николаевна

Номер: 7

Дата рожд.: 20.07.1993

Возраст: 20 Г

Пол: Ж

Рост: 177.0 cm

Вес: 80.0 kg

АД: - / - mmHg

Мед:

Прим:

№ ист. бол.:

ЧСС 76 /мин

Интервалы	Оси
RR 787 ms	P 59 °
P 118 ms	QRS 58 °
PQ 150 ms	T 38 °
QRS 92 ms	
QT 352 ms	
QTc 367 ms	

Интерпретация
СИНУСОВЫЙ РИТМ
ВАРИАНТ НОРМЫ ЭКГ

Открыть во внешнем приложении

Рис. 22. Вкладка «ЭКГ Schiller» формы «Карта студента»

Лабораторная работа № 3. Получение, передача и анализ данных с монитора прикроватного реаниматолога и анестезиолога МПР6-03

В настоящей работе используется Монитор прикроватный реаниматолога и анестезиолога МПР6-03 — «Тритон», предназначенный для длительного и непрерывного наблюдения за жизненно важными параметрами пациента.

Применяется во время операций, в послеоперационном периоде, при проведении скрининг-тестов, инвазивных диагностических вмешательств и интенсивной терапии.

Важнейшими методами контроля за состоянием пациента являются рассмотренные ранее ЭКГ и измерение артериального давления, а также фотоплетизмография и пульсовая оксиметрия, капнография. Все эти методы реализованы в мониторе МПР6-03 — «Тритон».

Фотоплетизмография и пульсовая оксиметрия

При прохождении светового потока через биологическую ткань, в которой имеются кровеносные сосуды, с последующей оценкой значения светового потока, прошедшего через нее, отмечаем, что поглощение (абсорбция) светового излучения будет зависеть от толщины

биоткани, ее внутренней структуры, размеров кровеносных сосудов и спектрального состава источника света.

При изменении размеров сосудов, пульсирующих синхронно с работой сердца, соответственно изменяется степень поглощения светового потока и коэффициент его отражения.

На выходе фотоприемника будет регистрироваться сигнал, который однозначно характеризует пульсацию крови в кровеносных сосудах.

Методы, основанные на оценке уровня абсорбции биологической тканью светового излучения, в медицине получили название фотоплетизмографических. Кривые, характеризующие изменение степени поглощения светового излучения в зависимости от времени, называются фотоплетизмограммами.

Фотоплетизмограмма пульсации крови в артерии приведена на рис. 23.

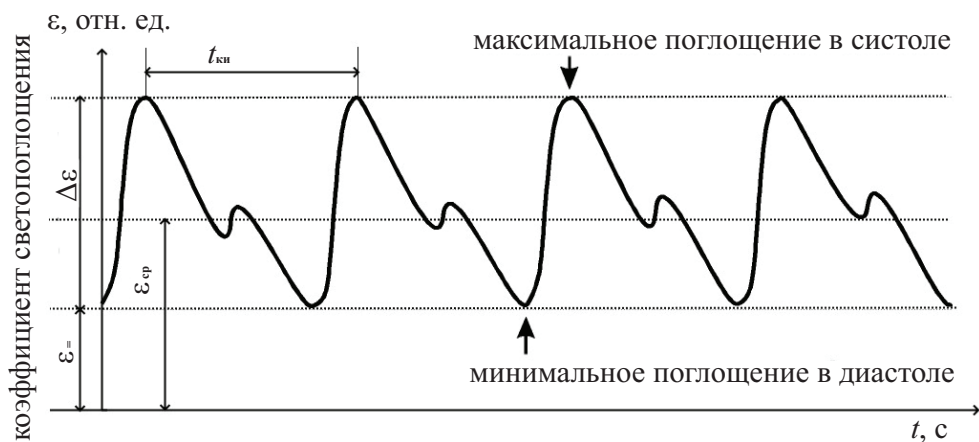


Рис. 23. Типовая фотоплетизмограмма

Амплитуда регистрируемых колебаний зависит от разности давления в сосудах при систоле и диастоле.

Усредненное значение коэффициента поглощения света зависит, в том числе, и от среднего давления крови в сосудах. Действительно, при увеличении давления размеры сосудов, наполненных кровью, увеличиваются, и уменьшается степень их светопропускания. При уменьшении среднего давления наблюдается обратный процесс.

Хотя теоретически метод может быть использован для оценки гемодинамических показателей работы сосудистой системы на любом участке биологического организма, на практике его используют на тех участках биоткани, которые имеют сравнительно небольшую толщину, и абсорбируют только часть светового излучения. При использовании маломощных источников света хорошие результаты можно получить при размещении датчика на конце пальца или на мочке уха. В этом случае он может быть выполнен в форме прищепки, с помощью которой «зажимается» контролируемый участок биоткани. С одной ее стороны устанавливается источник света, а с другой — фотоприемник. Световое излучение проходит через биоткань между источником света и фотоприемником (рис. 24).

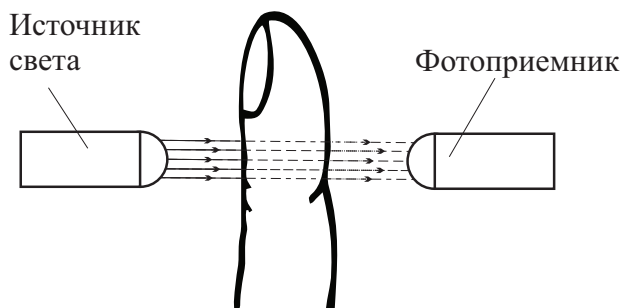


Рис. 24. Схема датчика, предназначенного для получения фотоплетизмограммы

Сигнал фотоприемника подается на монитор, который осуществляет его визуализацию, или подается в устройство, где проводится запись его в течение определенного промежутка времени. В качестве источника светового излучения могут быть использованы миниатюрные лампы накаливания или светодиоды.

Используя сигнал фотоприемника или фотоплетизмограмму, можно определить частоту сердечных сокращений (ЧСС). Для этого следует измерить время между соседними максимумами фотоплетизмограммы (см. рис. 23) и определить ЧСС с помощью уравнения:

$$\text{ЧСС [уд/мин]} = \frac{60}{t_{\text{cp}}}, \quad \text{где } t_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{ки}}}{n}$$

Частота сердечных сокращений обычно определяется количеством ударов в минуту. Для большей объективности результатов в формуле используется средняя длительность кардиоинтервала $t_{\text{ср}}$, которая определяется путем измерения времени n кардиоинтервалов $t_{\text{ки}}$ с последующим нахождением усредненного значения.

Во многих приборах для определения ЧСС используются сигналы электрокардиографии. При этом легче всего измеряется кардиоинтервал между выбросами R (RR-интервал), так как эти электрические импульсы наиболее хорошо выражены и имеют достаточно остrokонечные пики.

При использовании монохроматических источников излучения с несколькими частотами можно неинвазивно, применяя накладные датчики, определять сатурацию крови кислородом. В основу положено то обстоятельство, что в зависимости от частоты излучения источника света коэффициенты светопоглощения гемоглобином и оксигемоглобином одинаковы или существенно различны.

При длине волны $\lambda = 660$ нм (красная область) гемоглобин поглощает приблизительно в 10 раз больше светового потока, чем оксигемоглобин. А при $\lambda = 940$ нм (инфракрасная область) они поглощают одинаково.

Если через биоткань последовательно пропускать монохроматическое излучение, находящееся в разных областях спектра, и оценивать значения сигналов, получаемых при этом с фотоприемника, то по его изменениям можно определить сатурацию (насыщение крови) кислородом.

При использовании этого метода удастся одновременно определять ЧСС (она же частота пульса) и насыщенность крови кислородом, поэтому соответствующие приборы получили название пульсооксиметров.

На рис. 25 приводится схема, которая используется для определения сатурации неинвазивным методом.

Для увеличения объективности оценки в пульсооксиметрах оценивают нормированные отношения постоянной $\epsilon_{\text{н}}$ и переменной $\Delta\epsilon$ составляющих в соответствующих областях спектра (см. рис. 26).

Показатель $R = 0,4$ будет при стопроцентной сатурации крови и $R = 3,4$ при нулевой (0%) сатурации. Отношение $R = 1$ соответствует 85% сатурации.

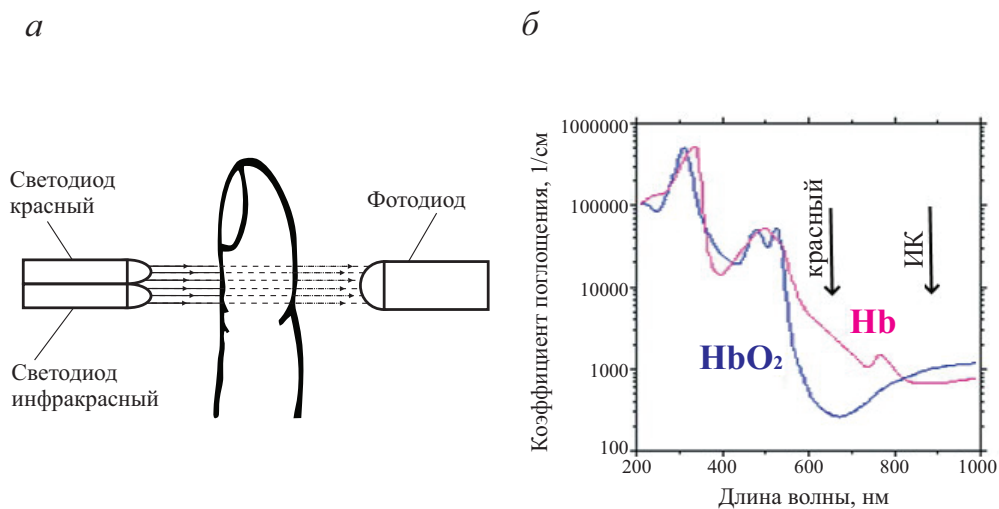


Рис. 25. Схема датчика для определения сатурации крови кислородом — *а*, физическая основа метода — *б*

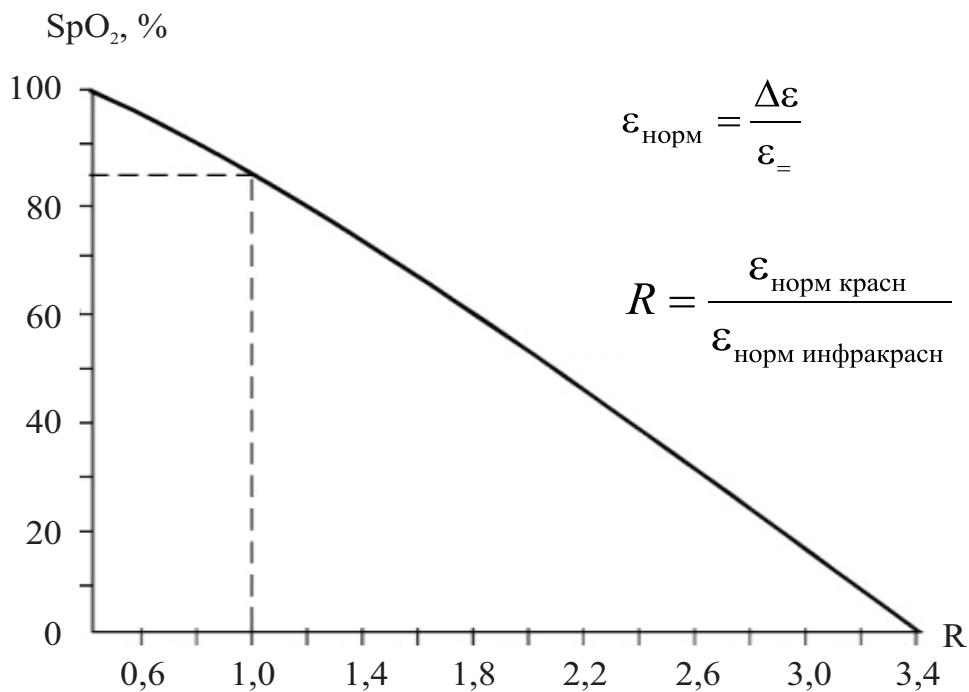


Рис. 26. Калибровочная характеристика пульсоксиметра

Значение R , в основном, определяется соотношением между гемоглобином и оксигемоглобином и мало зависит от свойств кожного покрова и других фрагментов биологической ткани.

Источники света (красного и инфракрасного) включаются поочередно, а фотоприемник используется один. Благодаря последнему обеспечивается неизменность чувствительности фотоприемника в разных областях спектра.

Градуировочная характеристика пульсооксиметров существенно нелинейна (см. рис. 26).

В настоящее время для задач пульсооксиметрии разработаны бескорпусные светодиоды красного и инфракрасного диапазонов, размещенные на одной подложке.

Капнометрия

Измерение концентрации углекислого газа CO_2 в выдыхаемом пациентом воздухе (газовой смеси) называется капнометрией. В основу метода капнометрии положено свойство углекислого газа CO_2 поглощать инфракрасное излучение определенных частот.

Коэффициент поглощения светового потока соответствующей частоты слоем газа заданной толщины в соответствии с основным законом колориметрии зависит от концентрации CO_2 (закон Бутера — Ламберта — Бера).

Пропуская инфракрасное излучение через измерительную ячейку, через которую проходит анализируемый газ, и оценивая с помощью фотоприемника степень ослабления интенсивности светового потока за счет его абсорбции в газе, можно оценить концентрацию CO_2 в нем.

Из рис. 27 видно, что максимальное поглощение светового излучения газом, содержащим CO_2 , наблюдается при длине волны 4,3 мкм. Поэтому излучатель света должен обеспечивать получение излучения этой длины волны.

Второй максимум поглощения CO_2 при длине волны 2,7–2,8 мкм выражен значительно слабее и частично совпадает с длинами волн, на которых наблюдается абсорбция излучения водой.

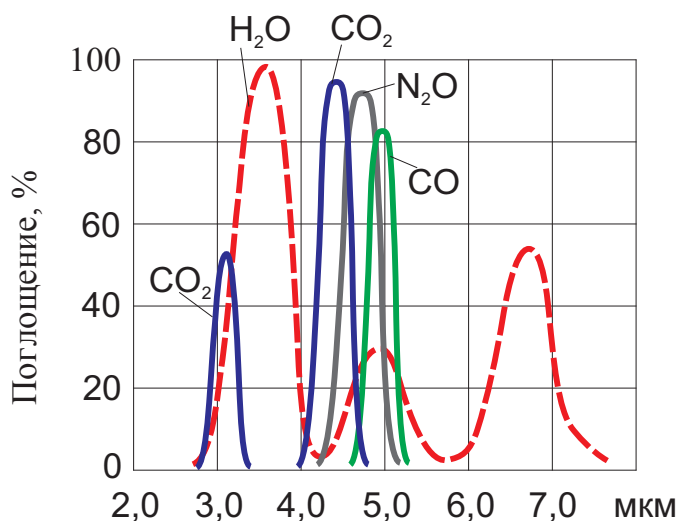


Рис. 27. Спектр поглощения газами, входящими в состав выдоха пациента

Пробоотбор газа из дыхательного контура пациента производится путем аспирации газа в измерительную ячейку датчика. В трубке, отходящей от загубного патрубка, устанавливается пробоотборная трубка (рис. 28, а).

а

б

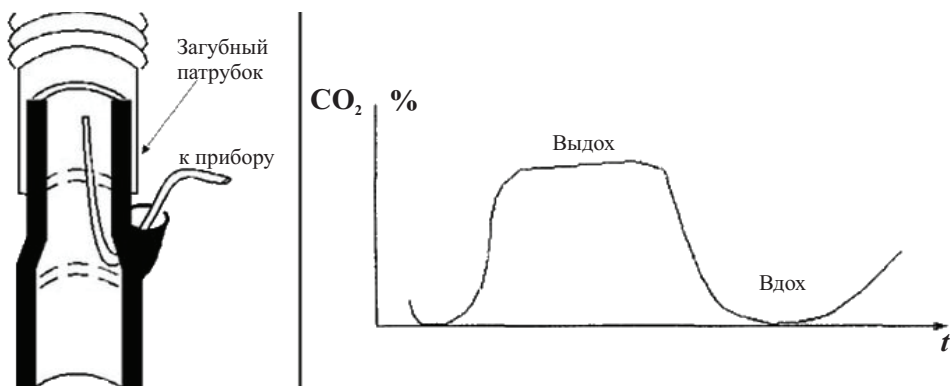


Рис. 28. Реализация метода капнометра:

а — схема пробоотбора капнометра, б — капнометрическая кривая [1]

Выдыхаемый воздух (анализируемый газ) по ней подается в измерительную ячейку, в которой установлен датчик. При этом используется система осушения пробы, не требующая использования магистралей с влагопоглотителем. Наличие трубки приводит к задержке в пробоотборе. Так, если ее длина 1,5–2,0 м и диаметр 1 мм, то задержка с получением информации порядка 1 с. На экране дисплея отображается капнометрическая кривая (см. рис. 28, б) — график зависимости CO_2 от времени.

Принцип работы и основные параметры монитора

Внешний вид прибора показан на рис. 29.

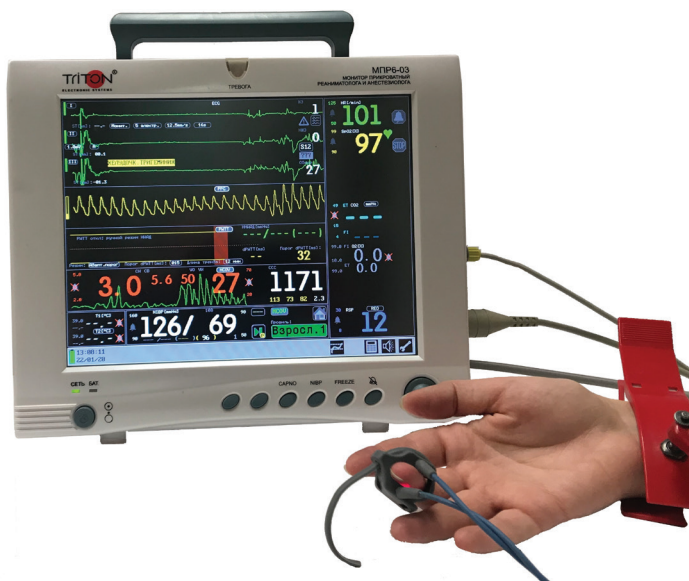


Рис. 29. Прибор МПР6–03 — «Тритон»

Прибор предназначен для мониторинга следующих параметров:

- насыщение кислородом гемоглобина артериальной крови (S_pO_2), частота периферического пульса с регистрацией фотоплетизмограммы (ФПГ);
- частота сердечных сокращений (ЧСС) с регистрацией электрокардиограммы (ЭКГ);

- частота дыхания (ЧД) с регистрацией кривой дыхания;
- поверхностная и/или центральная температура (T°) тела (с возможностью отображения разности температур);
- систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление (АД);
- концентрация CO_2 во время всего дыхательного цикла с отображением ее содержания в виде парциального давления (мм рт. ст.) или концентрации (%) в конце выдоха ($E_t \text{ CO}_2$) и на вдохе ($F_i \text{ CO}_2$);
- концентрация O_2 с отображением ее содержания в виде парциального давления (мм рт. ст.) или концентрации (%) в конце выдоха ($E_t \text{ O}_2$) и на вдохе ($F_i \text{ O}_2$);
- показатели гемодинамики: сердечный выброс, ударный объем, системное сосудистое сопротивление, мощность сокращения левого желудочка, сердечный индекс, ударный индекс;
- параметры метаболизма: потребление кислорода, экскреция углекислоты, респираторный коэффициент, энергопотребность.

Основные технические характеристики

- Функциональные модули: пульсоксиметрии, кардиометрии, параметров дыхания, термометрии, неинвазивного измерения АД, неинвазивного определения показателей гемодинамики, расчета параметров метаболизма.
- Возможность работы как от сети, так и от встроенного аккумулятора в диапазоне напряжений сети (90 ... 264 В).
- Экран (цветной TFT-дисплей размером 12,1" и разрешением 800×600 пикселей) с сенсорной панелью управления.
- Манипулятор (энкодер) и выделенные функциональные кнопки для простого удобного управления.
- Световая и звуковая сигнализация.
- Встроенный термопринтер.
- Автоматическая интерпретация.
- Поддержка сети централизованного мониторинга (СЦМ).
- Передача данных в ПК.

Комплектация

- Электронный блок.
- Встроенный термопринтер.

- Комплект периферии (ЭКГ-кабель пациента, манжета давления, датчики: сатурации и температуры).
- Расходные материалы: одноразовые электроды-липучки, линия отбора дыхательной пробы, влагоотделитель, адаптер воздушного пути.
- Интерфейсный кабель Ethernet.

Для выполнения измерения необходимо подсоединить к монитору МПР6–03 необходимую периферию. В соответствии с указаниями соответствующих разделов «Руководства пользователя» установить датчики на пациента, при необходимости произвести настройку прибора (установить необходимые пороги и т. д.) и приступить к мониторингу.

При включении прибора на экране в режиме реального времени визуализируются показатели, регистрируемые одновременно по нескольким каналам, т. е. можно, например, регистрировать ЭКГ, ФПГ и кривую дыхания.

Конфигурирование окон на экране, ввод информации о пациенте, установка значений цифровых параметров и порогов срабатывания тревожной сигнализации осуществляются с помощью символов на сенсорном экране, энкодера и управляющих кнопок: «CAPNO», «NIBP» для ручного запуска измерения по соответствующим каналам, «FREEZE» для («заморозки»)/запуска графиков на экране, кнопка с изображением колокола для оперативного отключения на 2 минуты всех звуковых тревог в приборе производится одинаковым способом.

Индикаторы «БАТАРЕЯ», «СЕТЬ», «ТРЕВОГА» сигнализируют о работе устройства и состоянии пациента.

В приборе реализовано несколько групп профилей (Взрослый, Детский, Неонатальный), т. е. вариантов установки параметров по модулям. Профили определяют:

- для модуля НИАД — предельную величину создаваемого давления в манжете и предельное время измерения давления;
- установленные настройки порогов тревог по всем каналам;
- изменение алгоритмов работы и способов расчета параметров в измерительных модулях.

Также прибор может предупреждать о развитии нарушений сердечного ритма (например, асистолии), об изменении частоты периферического пульса, дыхательных расстройствах, отклонениях от нормальных величин артериального давления и содержания CO_2 и других

опасных для жизни пациента состояниях с помощью вывода на экран информационных сообщений.

В приборе производится анализ электрокардиограммы с определением типа нарушений сердечного ритма, восстановление данных 12 отведений ЭКГ с использованием кабеля ЭКГ на 5 отведений.

Электронный блок выполнен по функционально-блочному принципу и представляет собой настольно-переносную конструкцию с цветным жидкокристаллическим TFT-дисплеем.

Оптоэлектронные датчики сатурации применяются: пальцевые («прищепка» и резиновый) и неонатальные (универсальный и одноразовый).

Кабель пациента имеет распределительную коробку и клипсы, которые подключаются к одноразовым электродам, закрепленным на теле пациента.

Манжеты для измерения давления применяются различных типов: взрослая, неонатальная, детская, размерами и объемом и подходящие ко всем категориям пациентов. Термодатчики применяются двух типов: поверхностный (накожный) и внутриволостной (универсальный). К прибору могут подключаться сразу два термодатчика, что позволяет измерять температуру в двух разных точках одновременно.

Линии отбора пробы для капнометра и измерения O_2 применяются стандартные.

Система питания прибора обеспечивает его работу от сети, а при отсутствии напряжения — автоматический переход на работу от внутреннего аккумулятора. Встроенный термопринтер обеспечивает распечатку регистрируемых прибором параметров.

Поддержка компьютерной сети позволяет прибору работать в составе компьютерной сети централизованного мониторинга (СЦМ), просматривать на компьютере и сохранять в его памяти данные, регистрируемые прибором.

Система централизованного мониторинга (СЦМ)

Вместе с монитором МПР6-03 — «Тритон» поставлялась программа CardioNet 3.0, которая позволяет подключить прибор к ПК и СЦМ (см. рис. 30).



Рис. 30. Система централизованного мониторинга СЦМ «Тритон»

СЦМ предназначена для постоянного наблюдения за состоянием нескольких пациентов одновременно. Сеть включает в себя центральный пост и прикроватные мониторы (или пульсоксиметры), оборудованные встроенными сетевыми адаптерами и соединенными сетью обмена данными с центральным постом.

Графический интерфейс обеспечивает простое управление окнами пациентов и вспомогательными окнами.

Технические характеристики СЦМ

- объединение в сеть до 32 приборов как пульсоксиметров, так и мониторов;
- текущая память всей числовой и графической информации в автоматическом режиме 72 часа, в ручном — более 500 суток;
- вывод на принтер четырех стандартных печатных форм (суточные тренды, произвольные тренды, ЭКГ, тренды + ЭКГ);
- сохранение фрагментов ЭКГ, ФПГ произвольной длины на жесткий диск с последующим просмотром, анализом и печатью, возможность записи на CD-диски файлов или архива;
- возможность подключения к локальной сети учреждения.

После подключения приборов программа отображает все приборы одновременно, весь экран разбит на отдельные панели, отображающие данные с приборов (рис. 31).

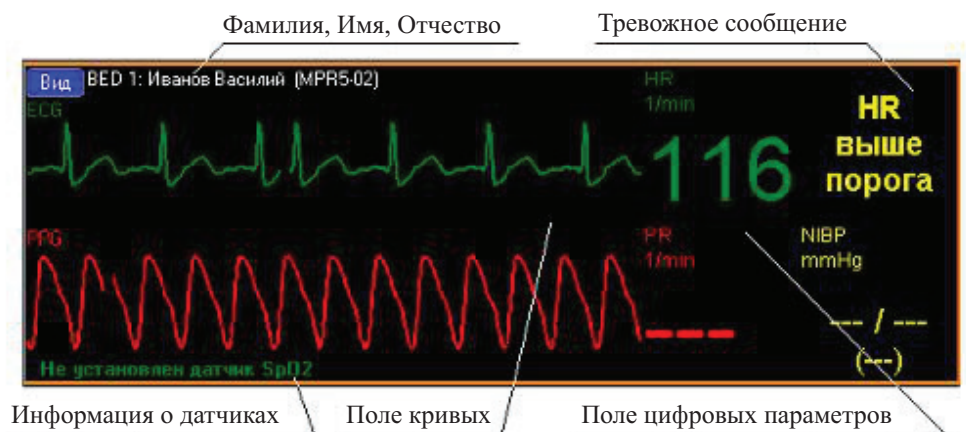


Рис. 31. Экран монитора в системе СЦМ

Панель разделена на несколько частей:

- Фамилия, Имя, Отчество, при двойном нажатии мыши на ФИО можно изменить информацию о пациенте;
- Две кривые на выбор; выбор окна осуществляется в окне настройки панели;
- Цифровые показатели;
- Тревожное сообщение;
- Сообщения о неподключенных датчиках.

Программа имеет несколько режимов просмотра, соответствующих вкладкам:

- Кривые — для просмотра всех кривых (ЭКГ, ФПГ, Дыхание) и всех цифровых параметров (HR, S_pO_2 , NIBP, T1, RESP, PR) в реальном времени, из памяти за последние несколько часов или из файла;
- Тренды — для просмотра трендов (изменения цифровых параметров во времени, представленные в виде графика) всех цифровых параметров в реальном времени, из памяти или из файла (HR, S_pO_2 , NIBP, T1, RESP, PR);
- Просмотр ЭКГ — для просмотра ЭКГ из памяти или из файла.

Порядок выполнения работы

Используется следующее лабораторное оборудование:

- Прибор МПР6-03 — «Тритон».
- Комплект периферии (ЭКГ-кабель пациента, манжета давления, датчики: сатурации (ФПП) и капнометрии).
- Расходные материалы: одноразовые электроды-липучки, линия отбора дыхательной пробы, влагоотделитель, адаптер воздушного пути.
- Интерфейсный кабель Ethernet (Скрестный!!!).
- ПК с интерфейсом Ethernet.
- ПО Cardionet 3.0.

1. Начало работы и регистрация физиологических показателей
 - Подготовить испытуемого для измерения следующих физиологических показателей: электрокардиограммы, артериального давления, фотоплетизмограммы, капнограммы.
 - Подключить ЭКГ-кабель пациента по схеме, приведенной на рис. 32.



Рис. 32. Наложение электродов при использовании 5-проводного кабеля (схема наложения для регистрации дыхательных движений) [7]

- Подключить манжету для измерения артериального давления.

- Подключить пальцевой датчик для регистрации фотоплетизмограммы.
- Подключить элементы тракта газоанализа для регистрации капнограммы.
- Подключить прибор к ПК с помощью скрестного интерфейсного кабеля Ethernet.
- Настроить сетевые параметры ПК (проводной Ethernet) TCP/IP протокол — IP адрес 192.168.1.1, маска 255.255.255.0.
- Запустить программу Cardionet 3.0 (либо под Windows XP, либо в режиме совместимости с Windows XP), настроить сетевой диапазон приборов 192.168.1.2–192.168.1.33 (меню «Система»).
- Включить Монитор МПР6-03 — «Тритон», убедиться, что идет регистрация параметров со всех датчиков.
- Убедиться, что ПО Cardionet 3.0 обнаружило Монитор, данные из монитора транслируются в программу (рис. 33).

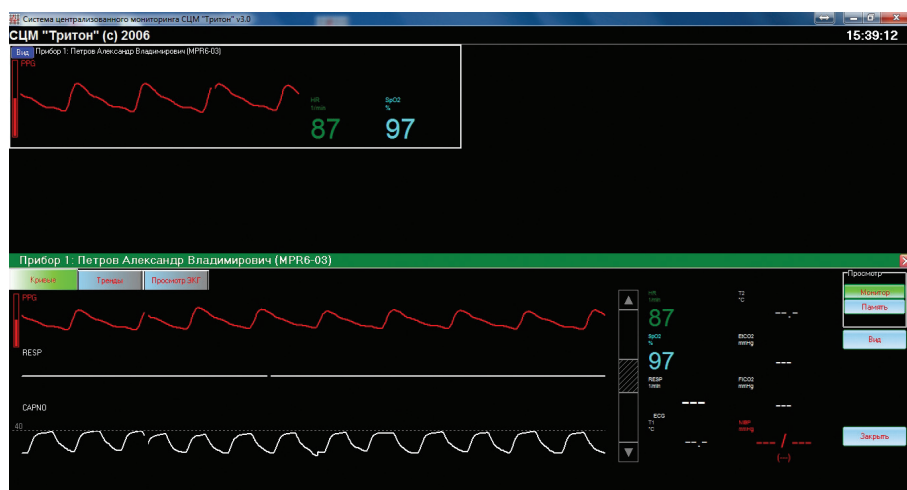


Рис. 33. Окно программы при установленной связи с монитором МПР6-03

- Ввести имя и параметры пациента.
- Осуществлять запись физиологических показателей в течение 10–20 минут (меню «Запись» — ввести имя файла).
- Остановить запись (меню «Запись» — Остановить запись). Перейти в режим просмотра записанных результатов (меню «Память»).

2. Импорт результатов в базу данных ИПМК «Биомедицинская инженерия»

- Сохранить результаты (кнопка печать — сохранить в файл) измерения в файл с именем «Фамилия.GIF» на локальном рабочем компьютере (ПК). Включить сервер (ауд. Ф-182).
- Соединить ПК с сервером, переконфигурировав сетевой адаптер для работы в локальной сети Biotech, либо воспользоваться подключением к Biotech по Wi-Fi.
- Скопировать результаты измерений («Фамилия».GIF) с локального компьютера в папку на сервере. Адрес папки на сервере — \\192.168.0.101\ИПМК\Монитор.
- Запустить программу на локальном компьютере — клиентскую часть базы данных ИПМК «Биомедицинская инженерия» (получить у преподавателя).
- Найти себя в списке студентов, либо ввести нового пользователя (если вход в базу данных выполняется впервые).
- На форме «Карта студента» открыть вкладку «Монитор».
- Добавить результаты измерений в базу данных. Просмотреть данные в программе ИПМК (рис. 34).



Рис. 34. Вкладка «Монитор» формы «Карта студента»

Лабораторная работа № 4. Получение, передача и анализ данных с системы Biopac Student Lab

Основы электромиографии

Миографическими называются методы, позволяющие объективно зарегистрировать процессы сокращения мышц. Раздражение обычно создается электрическим током с помощью электрода, установленного на двигательную точку той мышцы, сократительные свойства которой требуется определить.

Движение мышцы записывается механическим путем. Методически легче всего записывать движения пальцев рук, вызванные сокращениями мышц, сгибающих и разгибающих пальцы.

У здорового человека одиночное сокращение сгибателей пальцев продолжается 0,15–0,2 с, а общего разгибателя в полтора-два раза больше. Длительность латентного периода, в течение которого мышца явно не реагирует на импульс раздражения, оценивается временем 0,015–0,03 с. При повреждении нервно-мышечной системы эти показатели увеличиваются.

Метод электромиографии может работать и в обратную сторону: измеряются электрические потенциалы при сокращении мышц, производимом испытуемым в естественных условиях.

Термином электронейромиография (ЭНМГ) характеризуют методы изучения вызванных потенциалов мышц (стимуляцион-

ная электромиография) и нерва (стимуляционная электронейрография).

Нестимуляционная миография или просто электромиография (ЭМГ) позволяет исследовать активность мышц путем регистрации биопотенциалов, возникающих при их работе.

Характеристика мышечных сокращений

В естественных условиях сокращение скелетных мышц не является сплошным (непрерывным). Оно носит тетанический характер. Тетанические сокращения вызываются суммированием одиночных импульсов возбуждения мышцы (ритмическими волнами), приходящими из нервных центров (рис. 35).

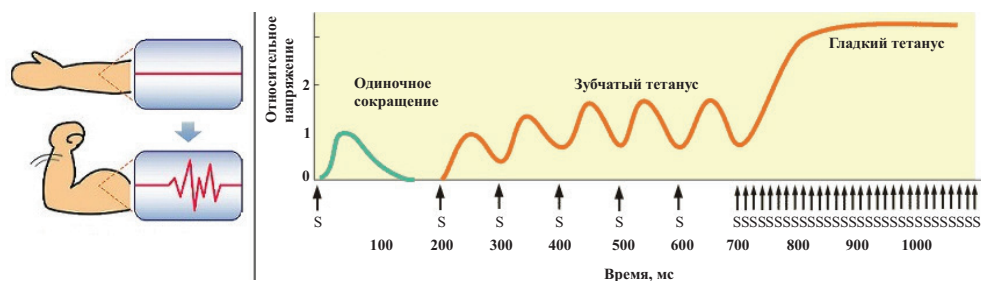


Рис. 35. Характеристика мышечных сокращений [16]

При исследованиях сокращений уровень электрического тока возбуждения и частота следования импульсов дают большой объем информации о состоянии нервно-мышечной системы.

При малой частоте следования импульсов будут наблюдаться одиночные сокращения. При увеличении частоты сокращения учащаются, и при определенном ее значении возникает сплошной тетанус. При этом зубчатая кривая, характерная для одиночных сокращений, становится сплошной. Порог образования сплошного тетануса у здорового человека около 50 Гц и существенно изменяется при повреждениях и заболеваниях (обычно уменьшается).

Сокращения мышц вызываются ритмическим потоком волн возбуждения, которые возникают в нервной системе и распространяют-

ся по двигательным нервам. Возбуждение всегда возникает в живой ткани в ответ на раздражение достаточной силы.

Под возбуждением обычно понимают сложный комплекс явлений, складывающихся из усиления обменных процессов, повышения теплопродукции, из изменений электрических потенциалов и проводимости в возбужденном участке, из специфических изменений состояния, в частности, сокращения мышц.

Основные методы миографических исследований:

1. Анализ длительности импульса биопотенциала

При подаче на мышцу электрического импульса, величина которого достаточна для возбуждения всего двигательного комплекса, все мышечные волокна сократятся одновременно. Биопотенциалы возбужденных волокон тоже проявятся одновременно. В результате будет зарегистрирована сравнительно четкая их равнодействующая. Длительность ее около 10 мс.

Без внешней электростимуляции, например при движении, возбуждение двигательных комплексов происходит в разное время из-за различной скорости распространения импульсов в отдельных волокнах. Поэтому равнодействующая биопотенциала имеет большую длительность (100 мс и более), форма его будет менее четкой, а величина существенно меньшей.

2. Определение скорости прохождения сигнала

С помощью ЭНМГ можно определить скорость проводимости нерва. Так, например, если стимулировать нерв за коленом или у щиколотки, а электроды разместить на стопе, то по разности времен регистрации сигналов, вызванных стимуляциями в разных точках, и зная расстояние между точками воздействия, можно определить и скорость прохождения возбуждения по чувствительному нерву. Или, наоборот, сигнал электростимуляции прикладывается к одной точке. Вызванные потенциалы «отводятся» с помощью электродов, расположенных на известном расстоянии друг от друга. Зная расстояние между электродами и разницу во времени между сигналами, можно рассчитать скорость распространения возбуждения у отдельных мышц.

У здорового человека скорость распространения возбуждения составляет 40–60 м/с, у больного — 10 м/с.

3. Измерение рефракторной фазы мышц

При определении рефракторной фазы мышц (латентный период) применяют раздражение двумя импульсами. Если второй импульс

слишком быстро следует за первым, то мышца находится в рефракторном состоянии и на новое раздражение не реагирует. Если время между импульсами увеличить, то за определенным значением, которое называют критическим, мышца «воспринимает» пару импульсов как два самостоятельных импульса.

Критическое время у здорового человека 60–200 мс. Обращают внимание на изменение амплитуды электрического сигнала раздражения при воздействии вторым импульсом. При наличии патологии она значительно меньше, чем амплитуда ответа на первый импульс.

4. Определения числа функционирующих двигательных единиц (ДЕ)

Под ДЕ обычно понимают комплекс, состоящий из двигательной нервной клетки, ее аксона и группы мышечных волокон, иннервированных им.

Метод определения числа функционирующих ДЕ основан на использовании явления ступенчатого нарастания величин электрических сигналов при плавном постепенном увеличении силы раздражающего электрического тока. Дискретность увеличения величин вызванных потенциалов объясняется тем, что при увеличении силы тока в двигательный акт включаются все новые двигательные единицы.

При определении двигательных единиц стимулирующая часть электромиографа должна обеспечивать получение напряжения, плавно изменяющегося в течение времени.

Система Biopac Student Lab

Система Biopac Student Lab (BSL) включает в себя все необходимое для проведения лабораторных экспериментов по физиологии, включая ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ и ЭОГ. Внешний вид прибора приведен на рис. 36.

Студенты могут записывать данные о себе, руководствуясь подробным лабораторным руководством и полноцветным экранным руководством, и анализировать результаты. Также студенты могут сравнивать данные, полученные в разных экспериментальных условиях, с данными других в своей группе.



Рис. 36. Система Biopac Student Lab

Базовая система Biopac Student Lab включает в себя:

- Программное обеспечение BSL 4: уроки и PRO.
- BSL предусматривает 6 уроков с гидом, 13 динамических уроков и эксперименты, разработанные студентами.
- Лабораторное руководство BSL MANBSL4.
- Руководства и учебники с возможностью поиска в формате PDF (руководство BSL PRO, ключ для ответа и т. д.).
- Устройство сбора данных MP36 с кабелем USB, адаптером постоянного тока (110 В/60 Гц или 220 В/50 Гц) и шнуром (США или Европа).
- 2 комплекта подводящих электродов.
- Одноразовые электроды (100 шт.) — EL503.
- Абразивные диски (10 шт.) — ELPAD.

Порядок выполнения работы

В работе используется следующее оборудование и материалы:

- Модуль Biopac Student Lab M-36 (основной блок).
- Набор электродных проводов (отведений).

- Одноразовые виниловые электроды (6 электродов на человека).
- Компьютер — рабочая станция.
- Программное обеспечение Biopac Student Lab.

1. Подготовка Biopac Student Lab к работе

- Включить компьютер.
- Комплект электродных проводов подключить к каналу 3 (CH 3) (рис. 37).
- Включить основной блок ВІОРАС.



Рис. 37. Подключение оборудования [5]

- Электроды расположить на предплечье (за 5 минут до начала калибровки для наилучшего прилегания).
- Присоединить электродные провода в соответствии с цветовым кодом (см. рис. 38).
- Запустить программу для управления Biopac Student Lab — BSL Lessons 3.7.
- Выбрать Урок 1 (ЭМГ I — Электромиография) и нажать ОК.
- Внести свое уникальное имя и нажать ОК.

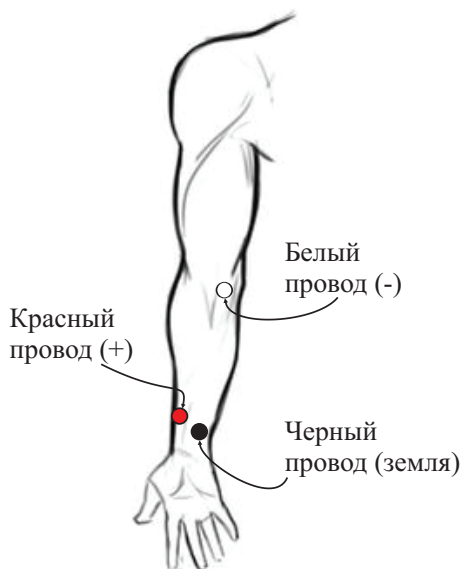


Рис. 38. Расположение электродов [5]

2. Калибровка

Процедура калибровки устанавливает внутренние параметры оборудования (коэффициент усиления, отклонение, масштабирование) и необходима для оптимального функционирования прибора.

- Нажать «Калибровка» — ОК.
- Подождать 2 секунды, сильно сжать кулак, затем расслабить.
- Программе необходимо считать максимальное сжатие кулака, чтобы произвести автокалибровку.
- Калибровка длится 8 секунд, останавливается автоматически.
- Перейти к регистрации данных.

3. Регистрация данных

- Нажать «Запись».
- Последовательность действий: сжать кулак — расслабить кулак — пауза. Затем повторить с увеличением силы сжатия (Сжимать кулак в течение 2–3 секунд и с интервалом в 2 секунды между сжатиями).
- Нажать «Приостановить».

Для другого предплечья повторить процедуру. Данные должны быть подобны приведенным на рис. 39.

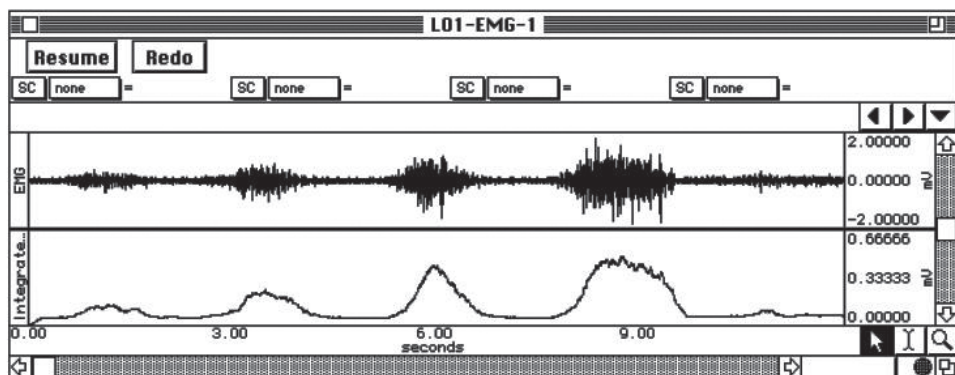


Рис. 39. Пример данных при регистрации [5]

- Если данные неверны, нажать «Переделать».
 - Для другого предплечья повторить процедуру, для этого нужно присоединить электродные провода ко второму предплечью и нажать «Продолжить».
 - Сохранить файл с данными.
 - Выйти из программы.
4. Экспорт данных миограммы в файл в ПК
 - Запустить программу для управления Biopac Student Lab — BSL Lessons 3.7.
 - Выбрать режим работы с сохраненными ранее данными.
 - С помощью функции «Печать» задействовать PDF-принтер для сохранения на жестком диске ПК файла электромиограммы в формате «Фамилия».PDF
 5. Импорт результатов в базу данных ИПМК «Биомедицинская инженерия»
 - Скопировать результаты измерений («Фамилия».PDF) с локального компьютера в папку на сервере. Адрес папки на сервере — \\192.168.0.101\ИПМК\Биопак.
 - Запустить программу на локальном компьютере — клиентскую часть базы данных ИПМК «Биомедицинская инженерия» (получить у преподавателя).
 - Найти себя в списке студентов либо ввести нового пользователя (если вход в базу данных выполняется впервые).

- На форме «Карта студента» открыть вкладку «Биопак».
- Добавить результаты измерений в базу данных. Просмотреть данные в программе ИПМК (рис. 40).

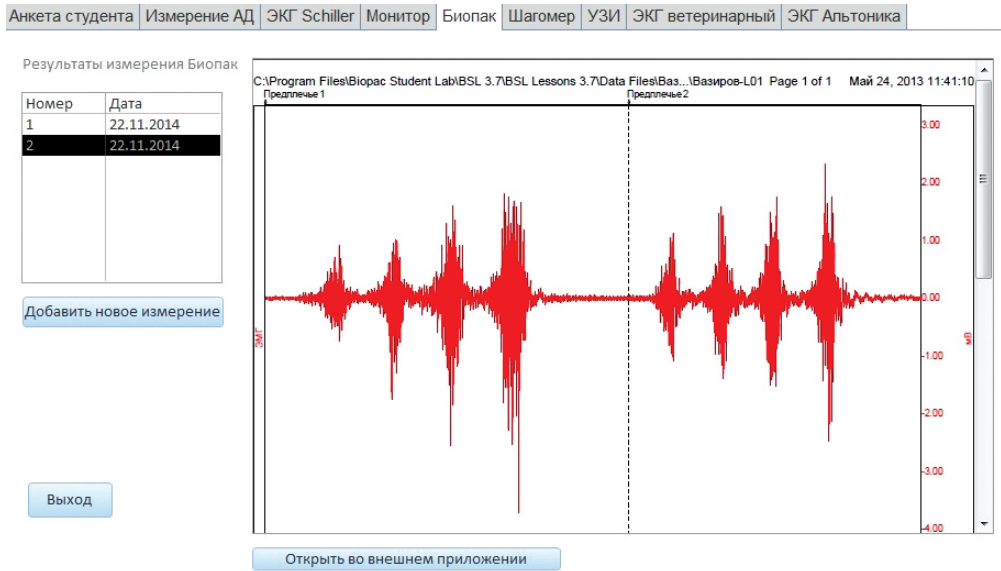


Рис. 40. Вкладка «Биопак» формы «Карта студента»

Лабораторная работа № 5. Получение, передача и анализ данных с электрокардиографа ЭКЗТ-12–03 «Альтон»

Устройство и технические характеристики электрокардиографа

ЭКЗТ-12–03 «Альтон» — переносной трехканальный электрокардиограф с автоматическим режимом работы предназначен для съема и отображения результатов электрокардиографических исследований.

Область применения электрокардиографа: учреждения скорой и неотложной медицинской помощи, кабинеты функциональной диагностики поликлиник, медико-санитарных частей, кардиологических центров, санаториев и других медицинских учреждений, которые решают задачи массовых осмотров населения, палаты интенсивного наблюдения, научно-исследовательские медицинские подразделения.

Электрокардиограф обеспечивает:

- автоматический и мониторный режимы работы;
- контроль обрыва электродов;
- фильтрацию ЭКГ антитреморным (с регулируемой частотой среза) и сетевым фильтрами;
- индикацию заряда аккумуляторной батареи;
- печать копии последней зарегистрированной ЭКГ;
- печать ЭКГ на фоне миллиметровой сетки на обычной бумаге;

- обмен данными с персональным компьютером в стандарте RS-232.

Технические характеристики

Синхронная регистрация	12 отведений
Формат печати	по 3 отведения
АЦП 12 бит, частота дискретизации на канал	500 Гц
Коэффициент ослабления синфазных сигналов, не менее	100 дБ
Максимальное напряжение поляризации электродов	± 300 мВ
Верхняя частота полосы пропускания усилителей	150 Гц
Программно-управляемая постоянная времени усилителей	3,5 и 1
Сетевой и антитреморный фильтры	укомплектован
Электробезопасность	класс II, тип CF
Эквивалентная скорость записи	12,5; 25; 50 мм/с
Размер термобумаги (рулон)	110 мм \times 30 м
Размеры электрокардиографа	175 \times 150 \times 70 мм
Масса:	
с кабелем пациента и аккумулятором	1,6 кг
комплекта в сумке	менее 3,5 кг

Электрокардиограф трехканальный с автоматическим режимом переносной ЭКЗТ-12-03 «Альтон» — портативный электрокардиограф, позволяющий оперативно снимать электрокардиограмму в различных условиях.

Конструктивное исполнение электрокардиографа обеспечивает надежную электробезопасность пациента и работающего персонала.

Электрокардиограф состоит из основного блока, выносного блока с кабелем и блока питания.

При наличии IBM PC-совместимого компьютера и соответствующего программного обеспечения электрокардиограф модели ЭКЗТ-12-03 «Альтон» может быть использован для передачи информации в компьютер для интерпретации и хранения. При подключении к компьютеру возможно использование электрокардиографа для проведения нагрузочных тестов.

В основном блоке расположены (см. рис. 41):

- микропроцессорный блок;
- элементы управления режимами работы электрокардиографа;

- индикаторы сигналов и режимов работы;
- термопринтер.



Рис. 41. Внешний вид основного блока электрокардиографа

На верхней поверхности электрокардиографа располагаются панель управления и индикации и крышка отсека термобумаги. По бокам от ручки корпуса расположены разъемы для внешних подключений (рис. 42).

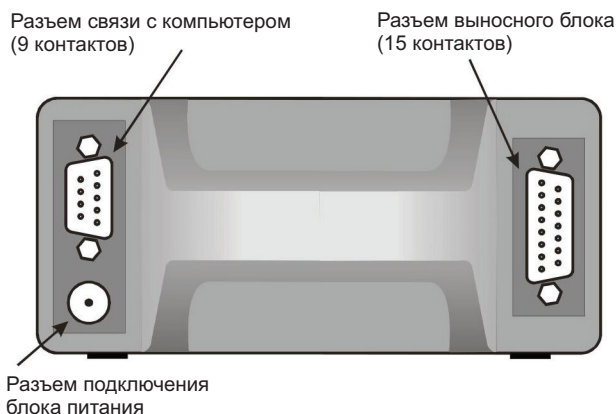


Рис. 42. Разъемы электрокардиографа [10]

В основании корпуса расположена ниша, куда помещается съемный источник автономного питания — аккумулятор.

Программное обеспечение КАРДИС

Программное обеспечение для проведения электрокардиографических исследований — Кардис обеспечивает:

- мониторингирование на экране персонального компьютера ЭКГ во время исследования;
- выбор системы отведений ЭКГ для мониторингирования и сохранения в протоколе исследования (12 общепринятых, по Нэбу, ортогональных по Франку, по Мак-Фи и Парунгао, биполярных ортогональных), оперативное управление числом отображаемых отведений ЭКГ и объемом выводимой служебной и дополнительной информации;
- поддержание архива протоколов проведенных исследований;
- ввод и сохранение в протоколе исследования комментариев и результатов измерения артериального давления;
- управление подключенными устройствами ввода ЭКГ в компьютер;
- сохранение настроек (общий вид экрана, объем выводимой информации и т. п.) для каждого пользователя;
- гибкие средства управления картотекой (базой данных) проведенных исследований и поиска информации в ней.

Порядок выполнения работы

В работе используется следующее лабораторное оборудование:

- Электрокардиограф ЭКЗТ-12-03 «Альтон».
- Кабель отведений.
- Набор электродов.
- Блок питания.
- Электропроводящий контактный гель.

1. Подготовка электрокардиографа к работе

- Включить ПК.
- Подключить электрокардиограф к сети 220 В.
- Вставить кабель отведений в гнездо электрокардиографа.

- Подключить электрокардиограф к ПК через СОМ-порт.
- Подготовить электроды.
- Включить электрокардиограф (рис. 43).

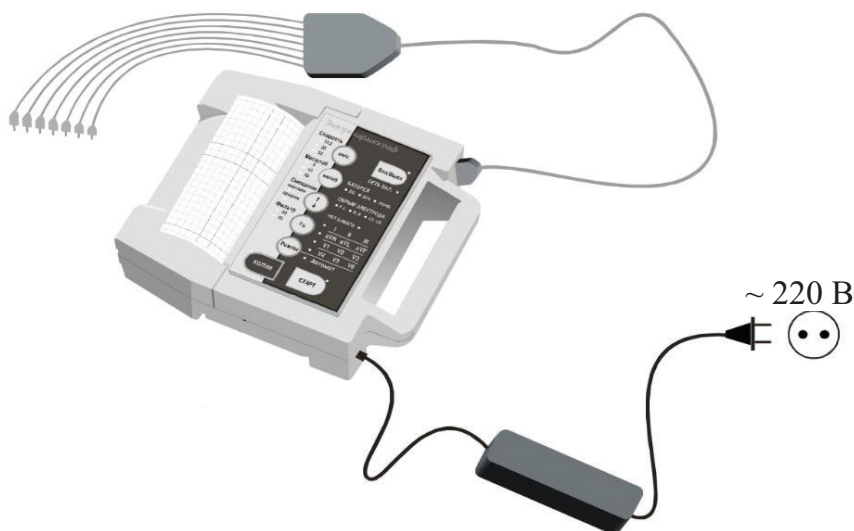


Рис. 43. Общая схема электрического соединения [10]

В качестве токопроводящей среды между электродами и кожей пациента необходимо применять электропроводящий гель (при наличии).

Грудные отведения для проведения лабораторной работы не используются. На конечности электроды накладывают в соответствии с таблицей и рис. 44.

Стандартные отведения

Положение электрода	Цвет наконечника	Символ на наконечнике провода
Правая рука	Красный	R
Левая рука	Желтый	L
Правая нога	Черный	N
Левая нога	Зеленый	F

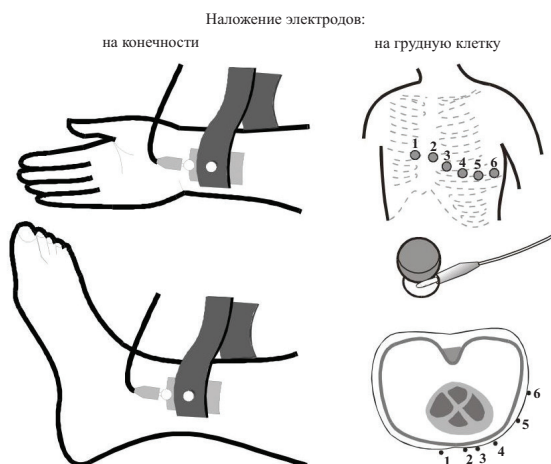
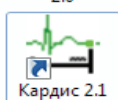


Рис. 44. Правильное расположение электродов [10]

2. Работа с программой Кардис 2.1



После запуска программы система выведет на экран диалоговую панель авторизации пользователя.

- Выберите логин — doctor, пароль — без пароля, картотека.
- Войдите в систему (рис. 45).

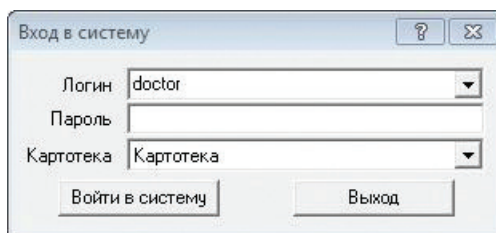



Рис. 45. Диалоговая панель

- Выполните команду меню Исследование —> Новое исследование или нажмите на кнопку  на инструментальной панели.
- Появится окно «Выбор сценария исследования».
- Выбрать ЭКГ в покое (щелкнуть дважды), рис. 46.

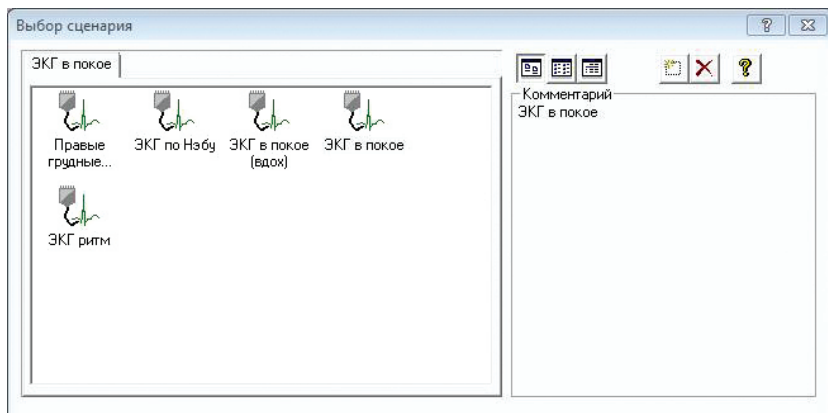


Рис. 46. Выбор сценария

- Появится окно «Выбор пациента».
- Ввести фамилию и проверить, есть ли пациент в картотеке, нажав кнопку «Поиск».
- Если пациент внесен в картотеку, нажать кнопку «Выбрать» (рис. 47).
- Если пациента нет в картотеке, то программа предложит добавить нового пациента (рис. 48).
- Нажать ОК.

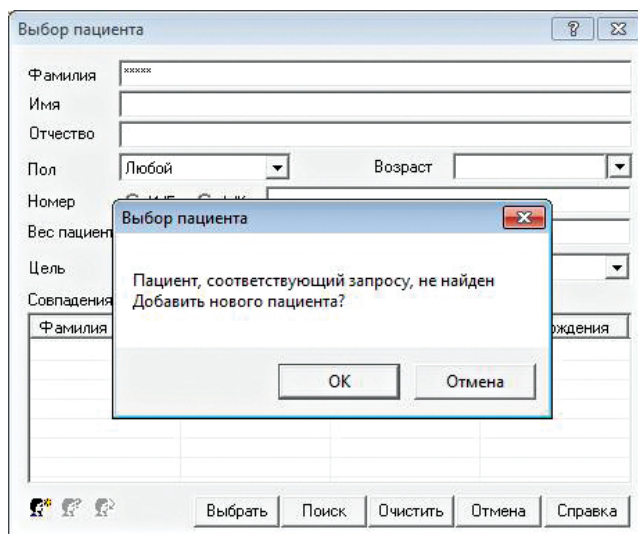


Рис. 47. Выбор пациента

- Заполнить профиль пациента.




Рис. 48. Ввод данных нового пациента

- Нажать ОК.
- Для редактирования сценария исследования выполните команду Исследование —> Редактировать сценарий исследования.

На вкладке «Общие» выбрать:

- Кардиограф «Альтон 03».
- Продолжительность исследования в течение 6 с.
- Система: 12 общепринятых отведений.

На вкладке «Кардиограф» выбрать:

- Номер СОМ-порта ПК (нумерация сверху вниз).
- Запретить сообщения об обрыве грудных электродов (С1 — С6).
- Нажать ОК.
- Для отображения стандартных отведений необходимо нажать кнопку  Включения — выключения отведений ЭКГ и выбрать стандартные отведения (I, II, III).
- Установить масштаб и скорость развертки ЭКГ: 20 мм/мВ и 25 мм/с.
- Включить антитреморный фильтр (35 Гц) нажатием кнопки .
- Выберите команду Исследование —> Начать исследование или нажмите на кнопку  на инструментальной панели.
- Подтвердить выбор пациента. Нажать кнопку «Выбрать» 2 раза (см. рис. 49).

Выбор пациента

Фамилия

Имя

Отчество

Пол Возраст

Номер ☒ И/Б ☐ А/К


Вес пациента (кг) Рост пациента (см)

Цель Конституция

Совпадения в базе


Фамилия Имя О...	Пол	Номер ИБ	Дата рождения
Иванов	Мужской		Возраст неизвес...

Рис. 49. Выбор пациента

- После выбора пациента регистрация ЭКГ начнется автоматически.
- Если в сценарии исследования не указана продолжительность регистрации, то для завершения регистрации ЭКГ необходимо нажать на кнопку  на инструментальной панели или выполнить команду Исследование —> Завершить исследование.
- Если после регистрации появится сообщение, нажать «ДА».

3. Экспорт данных

Экспорт производится командой Экспорт контекстного меню режима просмотра протокола исследования.

- Выбрать команду Экспорт —> Всю ЭКГ в текстовый файл. Для экспорта выделенной части необходимо перейти в режим измерений, нажав кнопку , и выделить часть ЭКГ для экспорта в текстовый файл (TXT) (рис. 50).
- Сохранить исследование под фамилией пациента.
- Выбрать папку по адресу \\192.168.0.101\ипмк\ЭКГ Альто-ника.
- Оставить галочки только на стандартных отведениях.
- Использовать фиксированную ширину столбца.
- Снять галочки: «Заголовок», «О пациенте», «Номера строк».

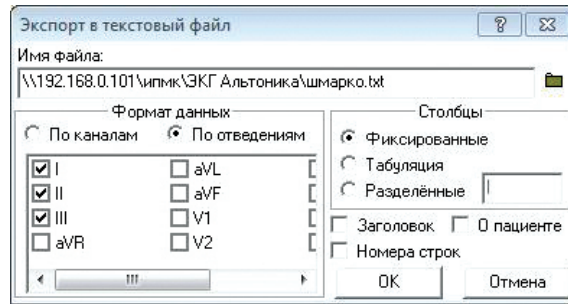


Рис. 50. Экспорт данных ЭКГ в файл

4. Запись результатов в базу данных ИМПК «Биомедицинская инженерия»
 - Запустить программу на локальном компьютере — клиентскую часть базы данных ИПМК «Биомедицинская инженерия» (получить у преподавателя).
 - Найти себя в списке студентов либо ввести нового пользователя (если вход в базу данных выполняется впервые).
 - На форме «Карта студента» открыть вкладку «ЭКГ Альтоника».
 - Добавить результаты измерений в базу данных. Просмотреть данные в программе ИПМК (рис. 51).



Рис. 51. Вкладка «ЭКГ Альтоника» формы «Карта студента»

Лабораторная работа № 6. Получение, передача и анализ данных с аппарата УЗИ Mindray DP-50

Общие сведения об ультразвуковой эхоскопии

Под термином «ультразвуковая эхоскопия» понимают методы и технические средства получения визуальной информации о внутренней структуре различных объектов и сред. При этом используются явления отражения, рассеяния, преломления и поглощения ультразвуковых волн, наблюдающиеся при взаимодействии ультразвукового излучения с исследуемым объектом, а также изменения скорости распространения волны. Ультразвуком называют упругие волны (волны, распространяющиеся в жидких, твердых и газообразных средах за счет действия упругих сил), частота которых лежит за пределами слышимого для человека диапазона — приблизительно от 20 кГц до 1 ГГц.

Ультразвуковая эхоскопия широко используется для целей медицинской диагностики. Ультразвук неразрушающего уровня практически безвреден, удобен в использовании, надежен и экономичен, что делает ультразвуковые диагностические приборы практически незаменимыми при неинвазивной визуализации таких органов, как печень, сердце, почки, селезенка, желчный пузырь, поджелудочная железа, глаза, брюшная полость, плод, предстательная железа и пр.

С помощью ультразвуковой аппаратуры также определяют отклонения во внутренних структурах головного мозга, состояние сосудов и скорость движения крови по ней; вводят аэрозольные препараты в дыхательные пути больного; осуществляют терапию и проводят хирургические операции; осуществляют дезинфекцию инструментария.

Типичные приложения ультразвукового метода:

- определение дефектов клапанов сердца, определение врожденных пороков сердца;
- определение поражения печени (цирроз, опухоли, кисты);
- определение наличия камней в желчном пузыре;
- определение созревания и жизнеспособности плода, а также положения плаценты;
- определение размеров соответствующих органов.

Физические основы метода

В основу работы средств для ультразвуковой диагностики положено использование того обстоятельства, что ультразвуковые волны распространяются прямолинейно и с постоянной скоростью в однородной среде и отражаются в форме эха от неоднородностей или границ раздела сред, характеризующихся изменением акустического импеданса.

Благодаря этому можно обнаружить и визуализировать неоднородности исследуемых сред, определить их местоположение, линейные размеры, свойства и др.

Для получения информации о пространственных координатах и физических свойствах исследуемых объектов приходится измерять временные задержки и амплитуды эхосигналов, а также определять пространственное положение соответствующего луча эхосигнала.

С помощью канала измерения временных задержек эхосигнала обычно определяется глубина залегания неоднородностей биологической ткани, а с помощью канала измерения пространственного положения ультразвукового луча — их угловые или линейные координаты.

Амплитуды (величины) эхосигналов зависят от поглощения, рассеяния и акустической неоднородности параметров среды.

При одномерной ультразвуковой визуализации определяют величины эхосигналов в момент времени их приема. Приборы позволяют получить одномерные эхограммы так называемого А-типа. Она характеризует расположение лоцируемых неоднородностей по одной продольной координате.

В двумерных эхоскопах получают ультразвуковые эхоизображения сечений исследуемой среды. Для этого ее сканируют ультразвуковым лучом. Можно получить изображение исследуемой среды в различных плоскостях. Такие двумерные изображения органов (сечения) называются эхограммами В-типа.

Распространение ультразвуковых волн

В упругой среде ультразвук распространяется с определенной скоростью.

По мере удаления от источника звука амплитуда колебаний становится все меньше и меньше вследствие поглощения энергии средой, в которой распространяется волна.

В ультразвуковой эхоскопии биомедицинских объектов обычно используются продольные волны (рис. 52, б).

Поперечные (сдвиговые), рис. 52, а, и поверхностные ультразвуковые волны используются редко в связи с тем, что биологические среды имеют малую сдвиговую упругость (за исключением костной ткани).

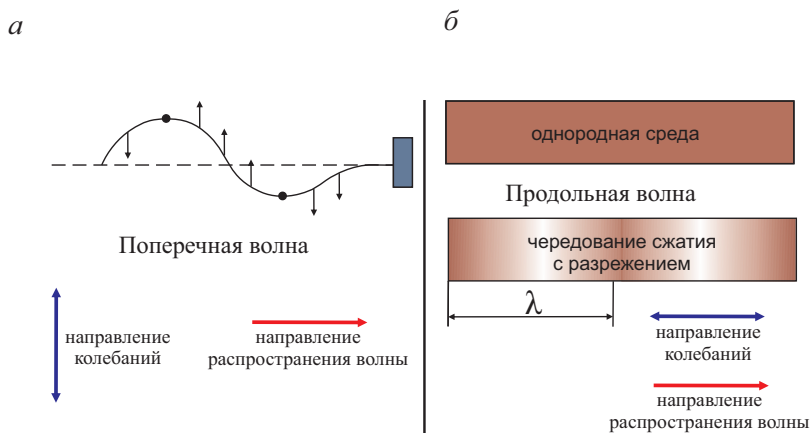


Рис. 52. Распространение ультразвуковых волн:
а — поперечные, б — продольные волны [2]

Скорость распространения ультразвука

Скорость звука в жидкостях и твердых средах значительно выше, чем в воздухе, где она приблизительно равна 330 м/с. Для воды она будет равна 1482 м/с при 20 °С. Скорость распространения ультра-

звука в твердых средах, например, в костной ткани, составляет примерно 4000 м/с.

В мягких биологических тканях и жидкостях скорость ультразвуковых волн практически не зависит от направления их распространения и близка к скорости распространения ультразвука в морской воде (~ 1540 м/с). На это значение скорости калибруются ультразвуковые медицинские эхоскопы.

Поглощение ультразвука

Интенсивность ультразвуковых колебаний в среде уменьшается по экспоненциальному закону. Этот процесс обусловлен внутренним трением, теплопроводностью поглощающей среды и ее структурой и характеризуется величиной полупоглощающего слоя, которая показывает, на какой глубине интенсивность колебаний уменьшается в 2,71 раза.

При частоте, равной 0,8 МГц, средние величины полупоглощающего слоя для некоторых тканей таковы: жировая ткань — 6,8 см; мышечная — 3,6 см; жировая и мышечная ткани вместе — 4,9 см.

С увеличением частоты ультразвука величина полупоглощающего слоя уменьшается. Так, при частоте, равной 2,4 МГц, интенсивность ультразвука, проходящего через жировую и мышечную ткани, уменьшается в два раза на глубине 1,5 см.

Если в среде имеются неоднородности, то происходит рассеяние звука, которое может существенно изменить простую картину распространения ультразвука и в конечном счете также вызвать затухание волны в первоначальном направлении распространения.

Отражение ультразвуковой волны

На явлении отражения основана ультразвуковая диагностика.

Отражение происходит в приграничных областях кожи и жира, жира и мышц, мышц и костей.

Если ультразвук при распространении наталкивается на препятствие, то происходит отражение; если препятствие мало, то ультразвук его как бы обтекает. Неоднородности организма не вызывают значительных отклонений, так как по сравнению с длиной волны (2 мм) их размерами (0,1–0,2 мм) можно пренебречь.

Если ультразвук на своем пути наталкивается на органы, размеры которых больше длины волны, то происходит преломление и отражение ультразвука.

Наиболее сильное отражение наблюдается на границах кость — окружающие ее ткани и ткани — воздух. У воздуха малая плотность и наблюдается практически полное отражение ультразвука. Отражение ультразвуковых волн наблюдается на границе мышца — надкостница — кость, на поверхности полых органов.

Для формирования эхоизображений обычно используются только нормально отраженные и обратно рассеянные акустические сигналы.

Наложение падающей и отраженной волн может приводить к появлению стоячей волны. Но так как эхоизображение формируется из отраженного сигнала, который приходит после окончания ультразвукового импульса, это обстоятельство не имеет никакого значения.

Формирование эхоизображения

Обобщенная схема УЗИ приведена на рис. 53.

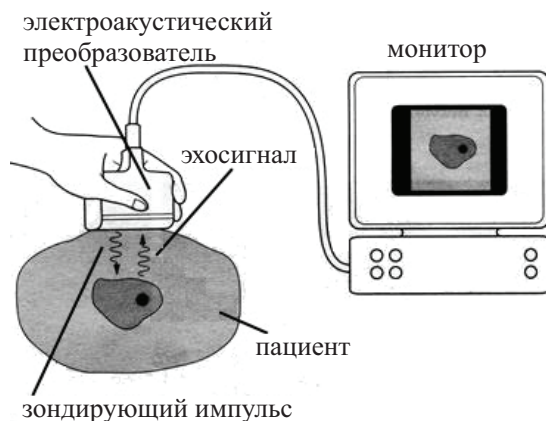


Рис. 53. Схема ультразвукового исследования [17]

Исследуемая среда облучается (зондируется) короткими акустическими импульсами, частота повторения которых порядка 1 кГц. Частота колебаний в импульсе берется в пределах 0,5–15 МГц.

Отраженная и рассеянная структурными неоднородностями среды акустическая энергия возвращается к источнику, создающему ультразвуковой импульс в виде эхосигнала. Он имеет временную задержку относительно импульса зондирования на время, пропор-

циональное глубине залегания неоднородностей. В качестве полезной информации обычно принимается только та часть отраженной энергии, которая находится в пределах зондируемого ультразвукового луча. Поэтому один и тот же электроакустический преобразователь часто используется и для создания ультразвукового импульса и для приема отраженного сигнала. В некоторых случаях рядом с излучающим электроакустическим преобразователем энергии располагают преобразователь, являющийся приемником отраженной энергии.

В качестве электроакустического преобразователя чаще всего используется пьезопластина. При приложении к ней электрического напряжения геометрические размеры пластины изменяются (прямой пьезоэффект), а при механическом воздействии на пластину (сжатие-растяжение) на ее гранях появляются электрические заряды (обратный пьезоэффект).

Для получения двумерной картины применяют сканирование ультразвукового луча. В современной УЗИ аппаратуре реализовано электрическое сканирование луча (механическое перемещение отсутствует, последовательно переключается множество пьезопреобразователей внутри датчика), что приводит к качественной фокусировке луча и точности сканирования. Кроме того, не требуется иметь иммерсионные среды, обеспечивающие неизменность акустического контакта при механических движениях пьезопреобразователя.

Аппарат УЗИ Mindray DP-50. Устройство и технические характеристики

Система Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System позволяет проводить исследования взрослых пациентов, беременных женщин, детей и новорожденных. Она предназначена для гинекологических, акушерских, абдоминальных, педиатрических, транскраниальных, скелетно-мышечных, кардиологических, сосудистых, урологических, ортопедических и неврологических исследований, а также исследований головного мозга и малых органов. Прибор может эксплуатироваться в условиях неотложной помощи, а также в стационарных условиях лечебно-профилактических учреждений. Внешний вид прибора изображен на рис. 54.



Рис. 54. Аппарат УЗИ Mindray DP-50

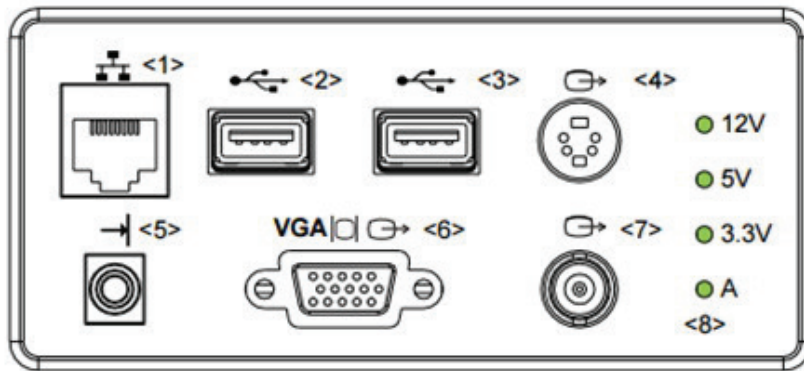
Основные характеристики прибора

- 15-дюймовый ЖК монитор с разрешением 1024 x 768 пикселей.
- Возможность регулировки угла наклона монитора.
- Подсветка клавиатуры.
- Встроенный жесткий диск — 320 Гб.
- Возможность работы от встроенной аккумуляторной батареи до 2 ч.
- Время загрузки системы 6 с.
- Поддерживает В/2В/4В/М/В+М режимы.
- Беспроводная передача данных.
- USB-порт (4 шт.).
- Порт S-video.
- Порт VGA.
- 2 порта для подключения датчиков.
- Диапазон сканируемых частот 2–14 МГц.
- Масса: 7,5 кг.

Используемые датчики

- 75L38EA — линейный датчик для исследования поверхностных структур, периферических сосудов, мускулоскелетные исследования, диапазон частот 5–10 МГц, апертура 38 мм;
- 35C50EA — конвексный датчик для абдоминальных, акушерских, гинекологических, урологических исследований, диапазон частот 2–5 МГц;

Панель ввода/вывода представлена на рис. 55.



№	Знак	Функция
1		Сетевой порт
2		USB-порты
3		USB-порты
4		Отдельный видеовыход для подключения видеопринтера или ЖК дисплея
5		Порт дистанционного управления
6		Выход сигнала VGA
7		Выход полного видеосигнала
8		Индикатор питания

Рис. 55. Панель ввода/вывода аппарата УЗИ Mindray DP-50 [4]

Хранение данных

Файлы изображений можно хранить либо в системной базе данных пациентов, либо на внешних запоминающих устройствах. Над сохраненными изображениями можно выполнять такие операции, как просмотр, анализ и демонстрация.

Система поддерживает следующие запоминающие устройства:

- жесткий диск системы;
- запоминающие USB-устройства: флэш-память USB, съемный жесткий диск USB; DVD±RW, CD-R/W.

Система поддерживает два типа форматов файлов изображения: собственный формат системы и ПК-совместимый.

Собственные форматы системы:

- файл однокадровых изображений (FRM) — файлы однокадровых статических изображений, которые нельзя сжать (на фай-

лах этого типа можно выполнять измерения и добавлять комментарии);

- видеофайл (CIN) — системный формат многокадрового файла (позволяет выполнять видеообзор вручную или автоматически, а также проводить измерения или добавлять комментарии к просматриваемым изображениям).

Система позволяет сохранять файлы FRM в формате BMP, JPG, TIFF и DCM, а файлы CIN — в формате AVI и DCM. В системе можно открыть также файлы FRM, JPG, BMP и CIN.

ПК-совместимые форматы:

- экранный файл (BMP) — несжимаемый формат однокадрового файла, который используется для сохранения текущего экрана;
- экранный файл (JPG) — формат однокадрового файла, который используется для сохранения текущего экрана с применением сжатия;
- мультимедийные файлы (AVI) — формат многокадрового файла, обычный для видеофайлов;
- файлы DICOM (DCM) — формат файлов стандарта DICOM — однокадровый или многокадровый формат, используемый для записи сведений о пациенте и изображений.

Экспорт данных

Экспорт данных на ПК с аппарата Mindray DP-50 осуществляется двумя способами: через интерфейс Ethernet и через интерфейс USB.

В данной работе мы будем передавать данные на ПК через интерфейс Ethernet, поскольку этот способ имеет следующие достоинства:

- Высокая скорость передачи данных.
- Экспорт данных осуществляется непосредственно, без внешних информационных носителей информации.
- Обеспечение безопасности данных.

Порядок выполнения работы

В работе задействуется следующее лабораторное оборудование:

- Ультразвуковая диагностическая система DP-50.
- Датчик 75L38EA.
- Объект для исследования.

- Контактный гель.
- ПК.

1. Подготовка аппарата к работе, получение УЗИ изображения

- Подключить датчик к аппарату, как показано на рис. 56. Для этого необходимо убедиться, что рычаг на датчике разблокирован, т.е. расположен вертикально, вставить его в порт и заблокировать рычаг, повернув его в горизонтальное положение.

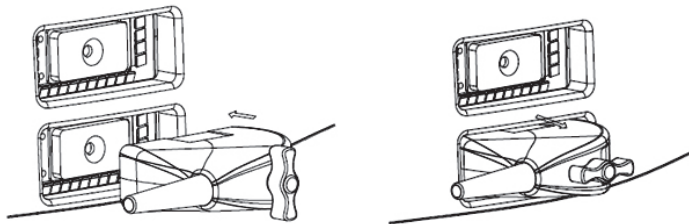


Рис. 56. Подключение датчика [4]

- Необходимо убедиться, что на панели управления горит индикатор питания <42>, и нажать кнопку <1> для включения аппарата (рис. 57).



Рис. 57. Панель управления

- Перед началом исследования нужно создать нового пациента. Для этого используется клавиша <iStation> (эта клавиша соответствует номеру <6> на панели инструментов). Нужно выбрать пункт «Нов.иссл» и ввести основные данные: ФИО, дату рождения, рост, вес и т.д., используя клавиатуру на приборе, после ввода нажать «Готово».
 - Нанести гель на исследуемый объект и навести на него датчик. Нажать «горячую» клавишу <Save1>, аппарат сохранит данное изображение. Завершить исследование, нажав клавишу <Заверш.>. Результат автоматически сохранится в памяти аппарата.
2. Экспорт данных из аппарата УЗИ DP-50 в локальный компьютер
- Следует подключить компьютер к локальной сети и к той же самой сети подключить УЗИ-аппарат с помощью кабеля Ethernet.
 - Нужно присвоить аппарату статический IP-адрес, таким образом он не будет изменяться при новом подключении к локальной сети. Следует выйти из режима «iStation» и нажать клавишу <Setup> -> <Предустан.сети> -> <Лок.ТСР/IP>. Присвоить IP-адрес, как на рис. 58, и нажать «Готов».

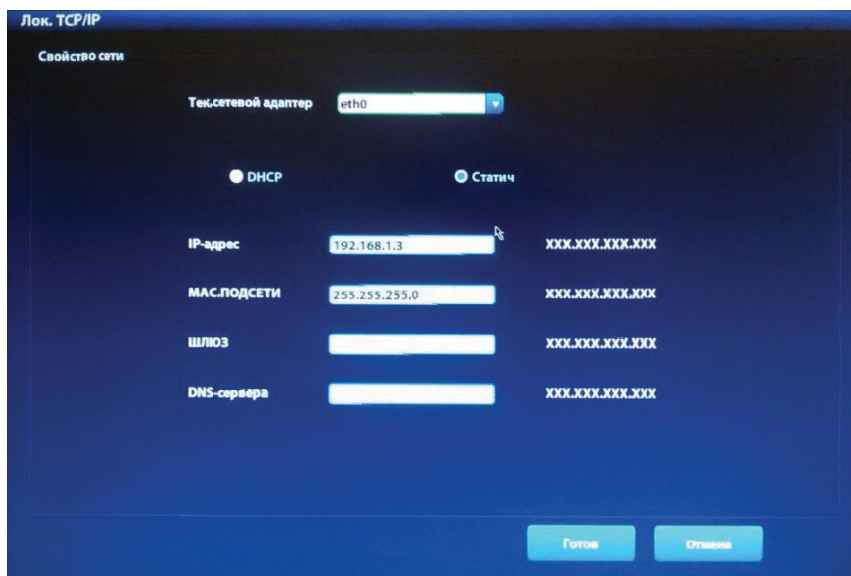


Рис. 58. Настройка IP-адреса

- Включить программу «UltraAssistant» на ПК и открыть вкладку «Settings»->«Network Storage». Убедиться, что ПК и аппарат УЗИ подключены к одной локальной сети.
- В окне «Machine Name» ввести имя адресата, оно может быть любым. В окне «IP Address» нужно ввести IP-адрес, который был присвоен аппарату УЗИ. В окне «Directory» требуется ввести адрес папки на ПК, куда будут сохраняться результаты УЗИ (рис 59). После этого нажать «Ok».

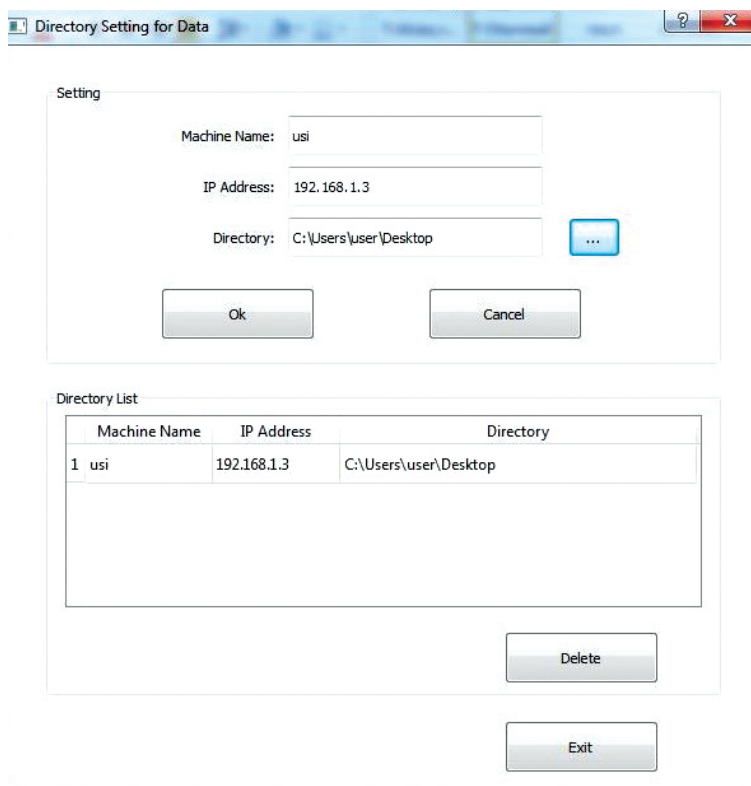


Рис. 59. Настройка передачи данных

- Далее необходимо осуществить непосредственное подключение ПК к аппарату. Для этого нужно нажать клавишу <Setup> -> <Предустан.сети> -> <iStorage>.
- Далее ввести имя службы, IP-адрес компьютера и нажать «Подключ» (см. рис. 60). Теперь можно осуществлять экспорт результатов исследования.

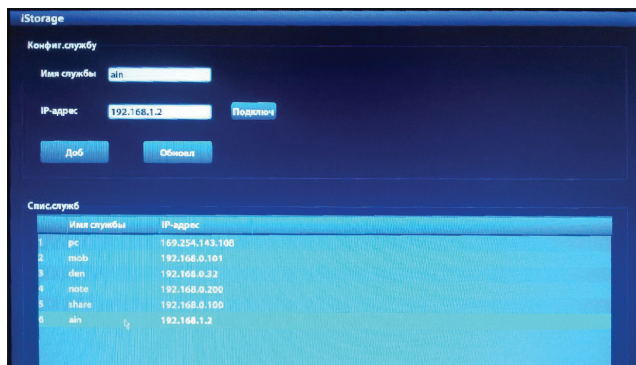


Рис. 60. Подключение ПК

- Для просмотра результатов исследования следует нажать клавишу <iStation>, найти в открывшемся списке свои измерения и осуществить экспорт, выбрав пункт <Отправить экзамен> (рис. 61).

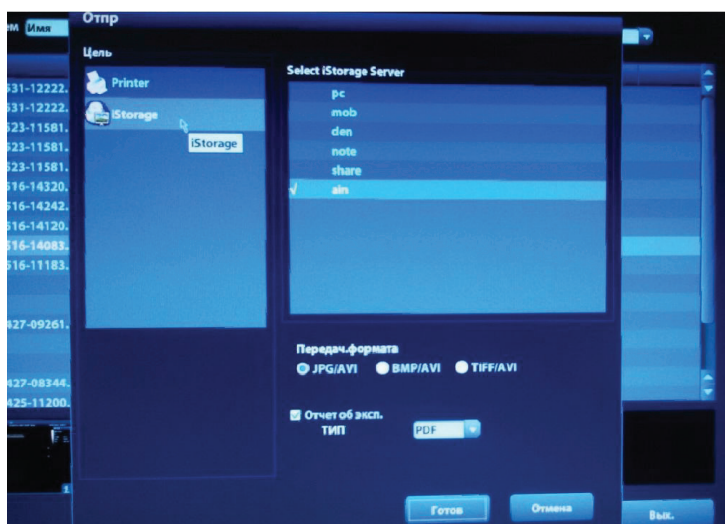


Рис. 61. Отправка результата

3. Запись результатов в базу данных ИМПК «Биомедицинская инженерия»

- Запустить программу на локальном компьютере — клиентскую часть базы данных ИМПК «Биомедицинская инженерия» (получить у преподавателя).

- Найти себя в списке студентов либо ввести нового пользователя (если вход в базу данных выполняется впервые).
- На форме «Карта студента» открыть вкладку «УЗИ».
- Добавить результаты измерений в базу данных. Просмотреть данные в программе ИПМК (рис. 62).

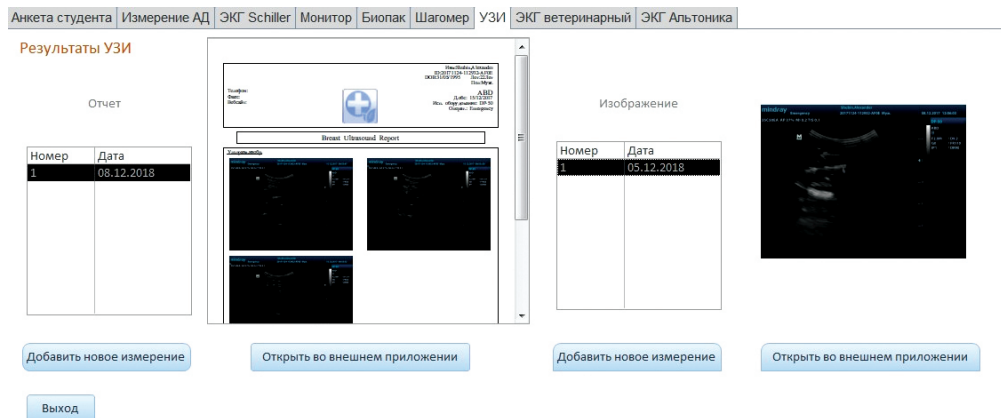


Рис. 62. Вкладка «УЗИ» формы «Карта студента»

Лабораторная работа № 7. Получение, передача и анализ данных с ветеринарного электрокардиографа Cardiomaq PC V

Заболевания сердца у собак и кошек во многом схожи с таковыми у людей, хотя есть и некоторые отличия. Основная разница состоит в том, что главный бич человечества — инфаркт миокарда довольно редко регистрируется у животных. Гиперхолестеринемия, холестериновые сосудистые бляшки, гипертония, вредные привычки, постоянные стрессы — факторы, приводящие к развитию инфаркта у человека, мало присущи животным. Тем не менее, проблемы с сердечными клапанами, проводящей системой и миокардом имеют много общего с человеческими болезнями.

В ветеринарии электрокардиография использовалась крайне редко практически до 70-х гг. XX в., причем и в более поздние годы — в основном при научных исследованиях. Такая картина наблюдалась и в нашей стране, и за рубежом. Отсюда возник ряд заблуждений в ветеринарной кардиологии, связанных с относительно малым объемом накопленных данных и значительной разницей анатомии и топографии органов у животных.

В ветеринарной практике принято использовать для записи электрокардиограммы только отведения с конечностей пациента (грудные электроды при этом не используются). Основной причиной такой традиции, видимо, является ощутимая сложность закрепления грудных электродов на поверхности тела животного без нанесения ему травм и без удаления шерсти: у людей эти электроды кре-

пят с помощью присосок, но на шерсти животного они неэффективны. Соответственно, в доступной литературе очень мало данных по интерпретации усиленных грудных отведений электрокардиограммы животных. Более того, до недавнего времени оценка ЭКГ животных в большинстве клиник производилась только по стандартным отведениям (I, II, III отведения), но в последние годы стали использоваться и усиленные отведения от конечностей — aVR, aVL, aVF.

Ветеринарный электрокардиограф Cardiomaq PC V

Ветеринарный компьютерный электрокардиограф предназначен для работы с домашними животными. Передача данных с прибора на ПК происходит через USB-порт. Возможно проведение скрининговой диагностики, мониторинга и рутинного обследования. ПК выводит на дисплей и автоматически сохраняет данные ЭКГ. Данный электрокардиограф регистрирует ЭКГ по 7 отведениям: 3 — по Эйнсховену, 3 — усиленные однополюсные отведения и один грудной электрод, который регистрирует изменения разности потенциалов между конечностями и электрическим нулем.

В состав электрокардиографа Cardiomaq PC V входит блок преобразования сигнала, кабель ЭКГ, USB-кабель и программное обеспечение для ПК. Программное обеспечение включает в себя встроенную базу данных пациентов и результатов ЭКГ.

Внешний вид прибора представлен на рис. 63.

Технические характеристики Cardiomaq PC V

- одновременное измерение и запись 6/7 отведений;
- чувствительность 0,625; 1,25; 2,5; 5; 10; 20; 40 мм/мВ;
- скорость записи 5; 10; 12,5; 25; 50 мм/с;
- автоматический/ручной режим измерения;
- печать отчетов на бумаге;
- формат отчета — PDF;
- хранение отчетов с данными пациента и кривых ЭКГ;
- цифровые фильтры помех базовой линии, AC, ЭМГ;
- автоматическая настройка базовой линии.



Рис. 63. Кардиограф ветеринарный Cardiomaq PC V

Полученные результаты исследований, список пациентов, все данные о них хранятся во внутренней базе данных программы VET PC ECG, создание которой является одним из шагов при установке ПО электрокардиографа.

Экспорт данных на ПК с аппарата электрокардиографа Cardiomaq PC V осуществляется с помощью автоматического создания отчета и последующего его сохранения в нужную папку в формате .pdf.

Порядок выполнения работы

В работе используется следующее лабораторное оборудование:

- Электрокардиограф Cardiomaq PC V.
- USB-накопитель с ПО.
- Электронный ключ SaveNet Sentinel.
- Электроды.
- Объект для исследования.

- Контактный гель.
- ПК, windows 8 и выше.

1. Подготовка аппарата к работе

- Получить у преподавателя USB накопитель с ПО кардиографа, запустить установку из папки VET PC ECG\DataBase\MSDE2000\MSDE2000A\Setup. При установке возможна ошибка (рис. 64). Нажать кнопку «Заккрыть», эта проблема будет решена в ходе реализации нижеприведенного алгоритма действий.

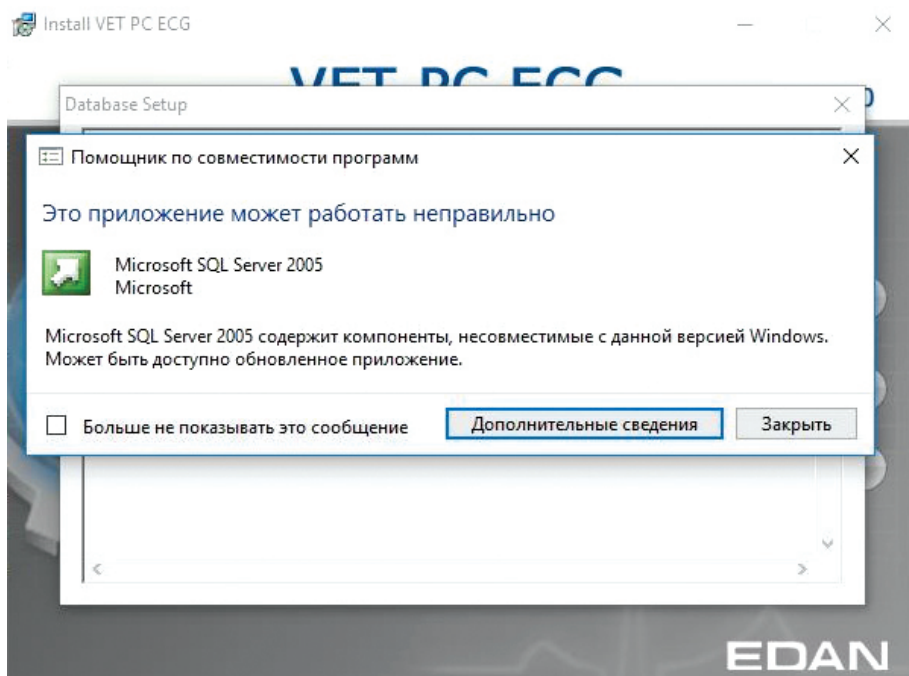


Рис. 64. Проблема при установке ПО из-за несовместимости версий Windows

- После установки необходимо перезапустить компьютер, открыть диспетчер задач, перейти в расположение файла «SQL Server Service Manager» (см. рис. 65).
- Правым щелчком мыши перейти к свойствам объекта, вкладка «Совместимость», запустить программу в режиме совместимости с Windows XP (см. рис. 66).

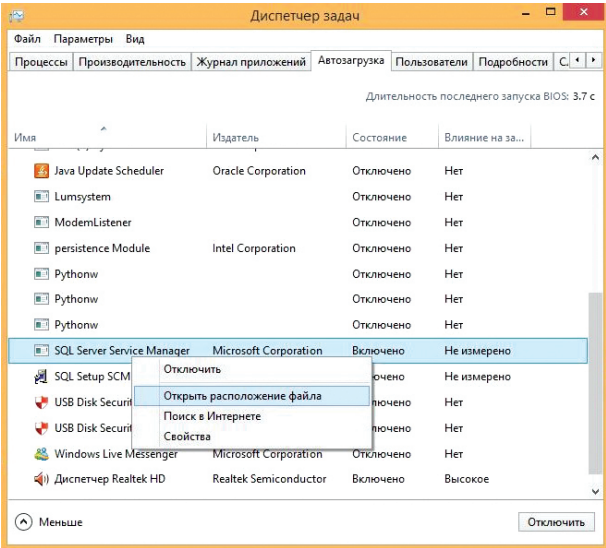


Рис. 65. Диспетчер задач Windows

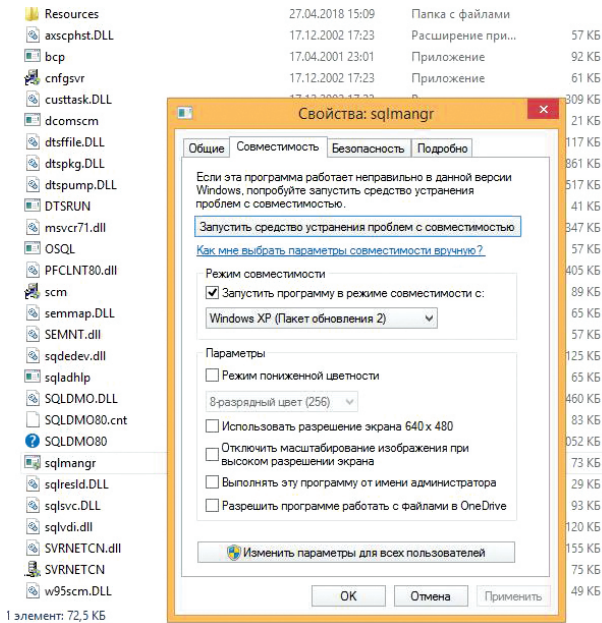


Рис. 66. Включение режима совместимости с Windows XP

- Открыть папку <Vet PC ECG>, запустить файл <Setup> (рис. 67).

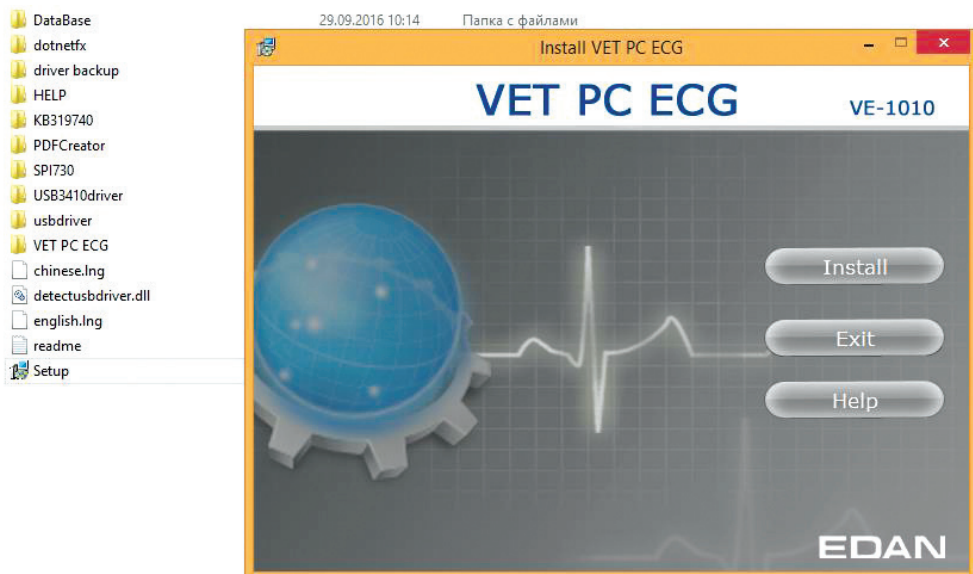


Рис. 67. Установка ПО

- Следовать пошаговой установке ПО, соглашаясь с автоматически выбранными параметрами.
- После установки всех необходимых компонентов программы перезагрузить ПК.
- Подключить электродный и USB кабель к блоку регистрации ЭКГ.
- Вставить USB кабель в ПК и подождать пока пройдет автоматическая установка USB драйвера.
- Вставить электронный ключ SafeNet Sentinel, который представляет собой флеш-носитель.
- Открыть диспетчер устройств. Вкладка «Порты (COM и LPT)». Запомнить номер COM порта (см. рис. 68).
- Запустить приложение VET PC ECG (см. рис. 69).
- Открыть вкладку <System Setting>-> <Sample Setting>. Выбрать в поле «Sampling Port» номер того COM-порта, с которым произошло автоматическое соединение USB кабеля (см. рис. 70).

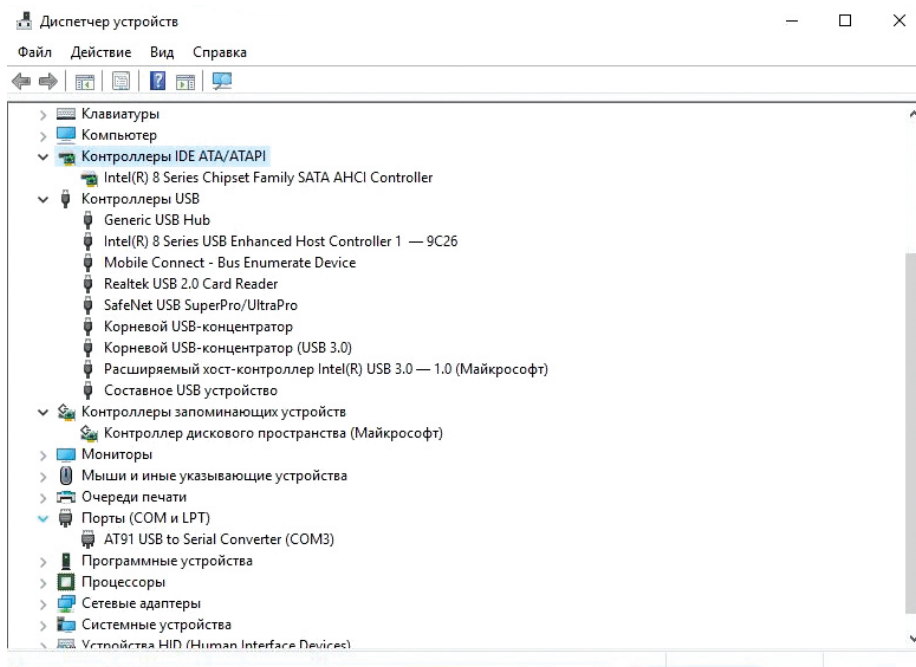
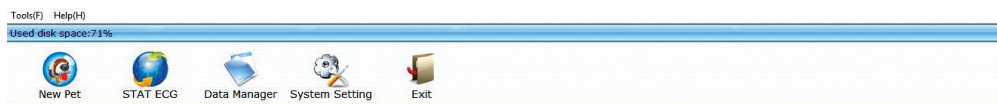


Рис. 68. Определение номера COM порта через Диспетчер устройств



EDAN



VET PC ECG

V2.01

Copyright(c) 2013 Edan Instruments



Рис. 69. Внешний интерфейс программы

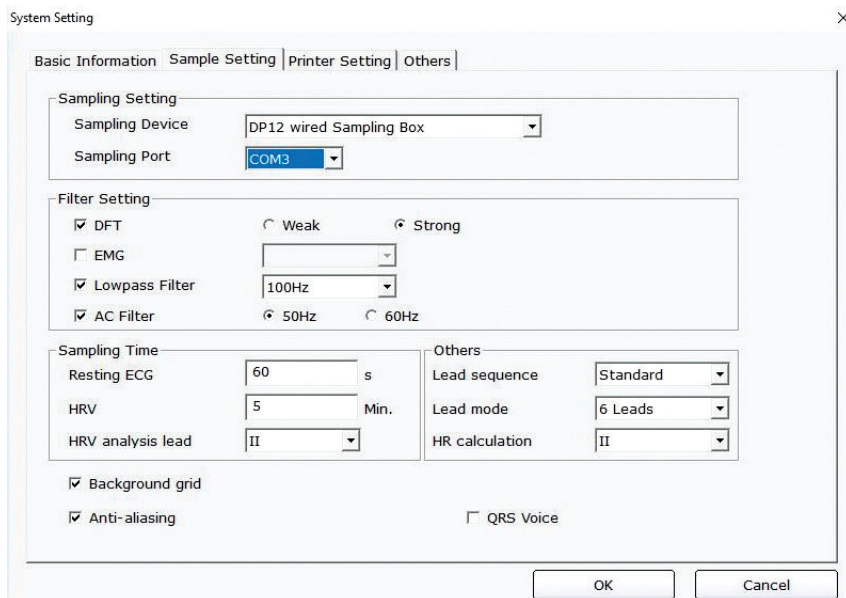


Рис. 70. Интерфейс настройки программы

Программное обеспечение установлено. Аппарат готов к работе.

2. Снятие кардиограммы и экспорт данных из кардиографа на персональный компьютер

- Запустить приложение «VET PC ECG» и открыть вкладку «New pet», заполнить информацию о вашем питомце на английском языке (рис. 71).

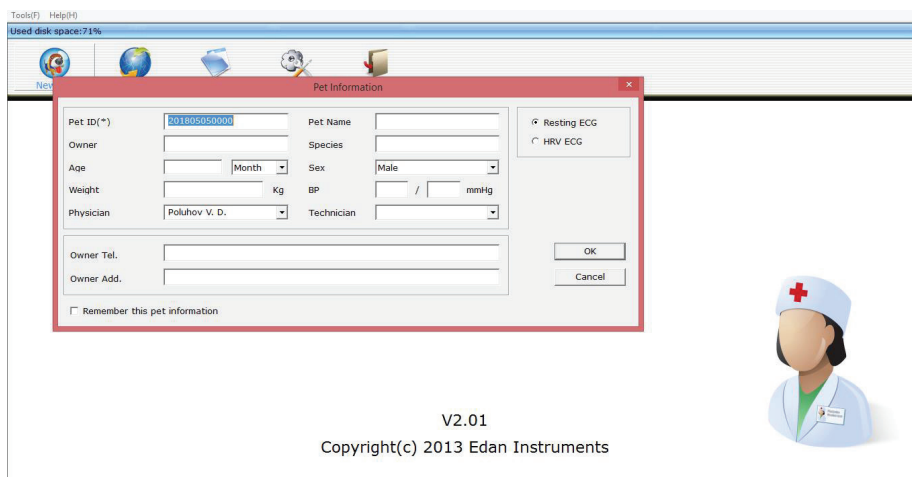


Рис. 71. Добавление в базу данных питомца

- Подключить зажимы типа «крокодил» к электродному кабелю. Нанести на лапы питомца электродный гель и расположить электроды в соответствии с рис. 72.

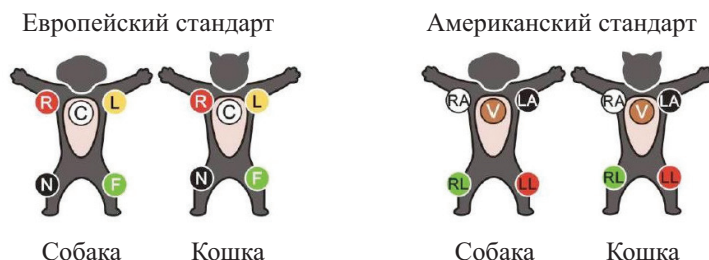


Рис. 72. Расположение электродов на питомце [6]

- Запуск процесса регистрации ЭКГ. Дождаться пока ЭКГ-сигнал стабилизируется и нажать кнопку <Start>, проводить измерение не менее 10 с, далее нажать кнопку <Stop> (рис. 73).

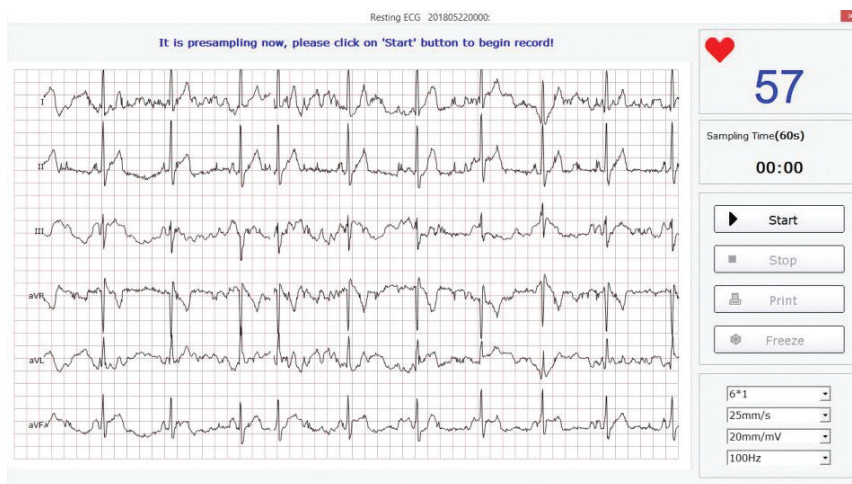


Рис. 73. Регистрация ЭКГ питомца

- По окончании процесса записи ЭКГ меню просмотра полученного измерения открывается автоматически.
- Нажать кнопку <Preview> для предварительного просмотра отчета. Далее нажать кнопку <Report Save> и сохранить дан-

ный отчет в папку «ЭКГ_питомца», расположенную на сервере, под фамилией студента, который выполняет данную лабораторную работу.

3. Запись результатов в базу данных ИМПК «Биомедицинская инженерия»

- Запустить программу на локальном компьютере — клиентскую часть базы данных ИМПК «Биомедицинская инженерия» (получить у преподавателя).
- Найти себя в списке студентов либо ввести нового пользователя (если вход в базу данных выполняется впервые).
- На форме «Карта студента» открыть вкладку «ЭКГ ветеринар». Данная вкладка требует сначала выбрать питомца; если его нет, нажмите на кнопку <Добавить питомца>. Введите данные.
- Добавить результаты измерений в базу данных. Просмотреть данные в программе ИМПК (рис. 74).

Рис. 74. Вкладка «ЭКГ ветеринар» формы «Карта студента»

Лабораторная работа № 8. Получение, передача и анализ данных с шагомера (реализация на смартфонах iOS и Android)

Здоровый образ жизни. Контроль физической активности

Еще совсем недавно получить консультацию тренера или врача мы могли только лично. Сейчас эту функцию все активнее берут на себя умные устройства и мобильные приложения. Теперь проверить пульс, рассчитать оптимальную нагрузку тренировок, посчитать калории, измерить давление и даже сделать экспресс-анализ крови можно, не выходя из дома. Гаджеты берутся помочь нам и похудеть, и проследить за полноценностью питания, и напомнить о приеме витаминов и таблеток, если нужно.

Все это ведет к тому, что множество людей начинают осознанно относиться к своему здоровью, решительно берут на себя ответственность за него.

Всем известно, что в наше время уровень физической активности сильно снизился по сравнению с тем, что был век или хотя бы 20–30 лет назад. Такие блага цивилизации, как транспорт, лифты или эскалаторы, конечно же, удобны. Но недостаток движения приводит к различным проблемам со здоровьем: лишнему весу, болезням суставов, сердечно-сосудистой системы и многим другим заболеваниям. У людей, которые ведут малоподвижный образ жизни, со временем появляется целый «набор» недугов.

Одним из наиболее естественных для человека видов физической активности является ходьба. Считается, что для поддержания здорового образа жизни необходимо каждый день совершать определенное количество шагов.

Рекомендуется сопоставить ежедневное количество шагов со следующими интервалами:

- менее 5000 шагов — недостаток физической активности;
- 5000–7500 шагов — умеренный уровень физической активности;
- 7500–10000 шагов — подвижный образ жизни;
- 10000–12500 — именно этот интервал является рекомендуемой дневной нормой шагов;
- 12500–15000 шагов — очень подвижный образ жизни. Рекомендуется совершать более 12500 шагов в день, если вы хотите похудеть.

При этом оценить свой образ жизни и распорядок дня бывает достаточно проблематично. Понятно, что всем хочется думать: «моя физическая активность в норме, гиподинамия мне не грозит». Проверить, достаточно ли вы двигаетесь, можно, посчитав количество шагов. Конечно же, самостоятельно вряд ли у кого-нибудь получится сосчитать все свои шаги. Помочь в этом может специальный прибор, который автоматизирует эту работу, — шагомер.

Современные модели этих устройств интегрированы в смартфоны, также вычисляют разные дополнительные показатели: пройденное расстояние, расход калорий и некоторые другие.

При помощи шагомера в смартфоне можно легко контролировать уровень физической активности. Возможно, узнав показатели, вы поймете, что необходимо вести более подвижный образ жизни. А может быть вы наоборот удивитесь тому, что преодолели большое расстояние, и поставите себе новые цели.

Если ваше ежедневное количество шагов не соответствует норме, рекомендуется увеличивать свою активность постепенно, примерно на 800–1000 шагов ежедневно до достижения необходимого показателя.

Цель работы: ознакомиться со способами передачи медико-биологических данных на примере шагомера (программа Accupedo). Функция «Шагомер» ИПМК обеспечивает получение данных о количестве пройденных шагов за день (неделю, месяц) и расстояния с помощью

смартфонов на основе Android и iOS, передачу полученных данных на компьютер и импорт их БД ИПМК.

Шагомер Accupedo

Шагомер Accupedo является программой для смартфонов, работающих под управлением операционных систем IOS и Android. Эта программа распространяется бесплатно и устанавливается студентами на личный смартфон самостоятельно. Accupedo является точным шагомером, который следит за ежедневным количеством пройденных шагов. В программу встроен интеллектуальный 3D алгоритм распознавания шагов. Accupedo способен считать пройденные шаги независимо от того, где располагается телефон — в кармане, на поясе или в сумке.

Возможности программы:

- Интеллектуальный алгоритм начинает отслеживание через 4–12 последовательных шагов.
- Программа имеет настраиваемый удобный виджет. Режимы отображения: шаги, расстояние, минуты, калории.
- Ежедневно записывает данные в журнал событий: шаг, расстояние, калории и время ходьбы.
- Программа способна отображать графики: ежедневно, еженедельно, ежемесячно, ежегодно.
- В Accupedo возможно производить индивидуальные настройки: чувствительность, среднее расстояние шага, масса тела, ежедневные цели и т. д.
- Программа ведет лог-файл и имеет возможность экспорта данных в формате.csv.

Порядок выполнения работы

В работе используется следующее лабораторное оборудование:

- Личный смартфон студента.
- ПО: «Accupedo» (установить самостоятельно).
- Компьютер в сети ИПМК с доступом в Интернет.

1. Интерфейс и алгоритм работы с программой Accupedo под системой Android

На рис. 75 представлен интерфейс программы Accupedo под Android.

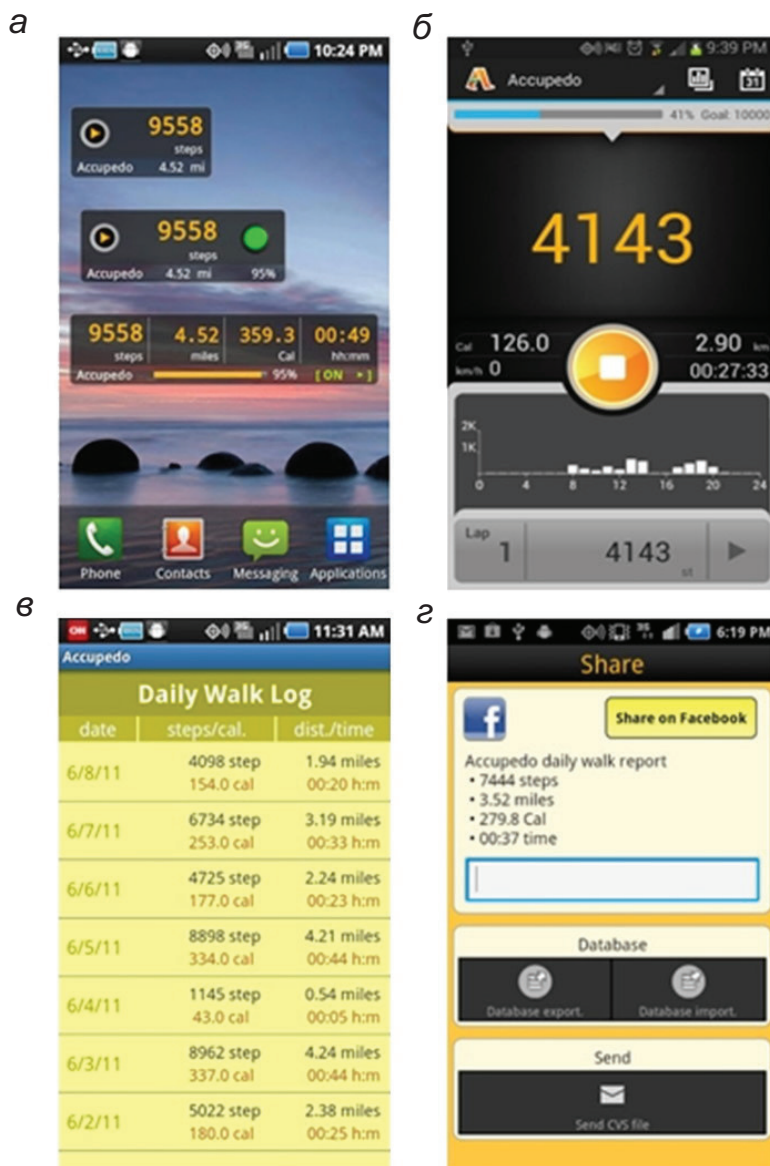


Рис. 75. Интерфейс программы Accupedo под Android:

а — виджет, б — главное окно программы, в — статистика, г — отправка результатов по e-mail в виде csv-файла

В главном окне программы расположен счетчик шагов, который можно останавливать/запускать по требованию. Около управляющей кнопки располагаются значения посчитанных килокалорий — (kcal), средняя скорость движения — (км/ч), пройденное расстояние — (км) и время ходьбы в формате (ч/мин/с).

Чуть выше значения счетчика располагается горизонтальная панель, показывающая в процентах, сколько на данный момент совершено физической нагрузки, и напоминающая о ежедневной цели — в 1000 шагов.

В левом верхнем углу имеется выбор подменю, в котором можно изменять настройки программы, а также получить дополнительную информацию о приложении.

Данная программа позволяет вести статистику пройденных шагов в течение дня, недели, месяца, года.

Передача данных из смартфона в компьютер

Для передачи полученных данных необходимо выбрать параметр меню — «SHARE». В открывшемся подменю программы можно выбрать как функцию экспорта базы данных, так и функцию импорта какой-либо уже существующей базы данных.

При нажатии на кнопку «Экспорт базы данных» программа уведомляет пользователя о том, что происходит экспорт базы данных. Данные сохраняются по умолчанию на карте памяти в файле «Accupedo.db». В более современной версии программы имеется возможность сохранять данные в облако «Google Drive» или в Facebook, при этом обязательно должно присутствовать подключение к сети Интернет.

Файлы с расширением «имя.db» могут создаваться множеством различных приложений для работы с базами данных. Как правило, это база данных в текстовом формате и в незашифрованном виде. В таком формате данные хранятся в структурированном виде (реляционная модель данных), с разделением на таблицы, поля и записи.

Такие данные могут быть экспортированы в другие форматы, например в файл accupedo.csv формата csv (comma separate value — данные, разделенные запятыми), который и был использован при выполнении данной работы.

Передачу данных можно осуществлять через USB интерфейс. Для этого смартфон нужно подключить по кабелю Micro-USB к USB порту компьютера.

Однако более удобным способом передачи данных на нужный компьютер является электронная почта (e-mail). Как видно из полученной таблицы (рис. 76), программа сохранила статистику в файл «accupedo.csv», содержащий значения (каждая дата — отдельная строка). Каждая строка занимает одну ячейку Excel. Всего 7 позиций, разделенных запятыми: год (ГГГГ), месяц (М), день (Д), количество пройденных шагов (Ш), пройденное расстояние в км (0,00), количество «сожженных» килокалорий (К), затраченное время на ходьбу (ЧЧ: ММ).

	1	2	3	4	5
1	2014,	10,	28,	15431,12,34,	536,02:11
2	2014,	10,	29,	22479,17,98,	781,03:19
3	2014,	10,	30,	566, 0,45,	19,00:06
4	2014,	10,	31,	3396, 2,72,	118,00:33
5	2014,	11,	2,	6780, 5,42,	235,01:00
6	2014,	11,	3,	10450, 8,36,	363,01:44
7	2014,	11,	4,	7494, 6,00,	260,01:04
8					

Рис. 76. Экспортированная БД, файл «Accupedo.csv»

Файл «accupedo.csv» необходимо переименовать в «Фамилия.csv» и поместить в папку данных на сервере ИПМК/Шагомер. Далее импортом этих данных в БД ИПМК будет заниматься сама БД ИПМК.

Однако, существует проблема: к сожалению, accupedo под Android экспортирует данные пройденного расстояния, используя в качестве разделителя целой и дробной части запятую. При этом разные позиции (год, месяц и пр.) также разделены запятыми. Это означает, что

на следующем этапе — импорте данных в базу access — мы получим вместо семи полей — восемь полей данных, т. к. поля 5 и 6 будут представлять целую и дробную часть числа пройденных километров. Эта проблема решается внутри БД ИМПК.

После импорта файла «Фамилия.csv» в БД ИМПК в таблице Accuredo добавятся следующие строки (рис. 77).

Код_accuredo	Student_ID	Дата	Шаги	Дистанция	ккал	Время ходьбы
419	49	28.10.2014	15431	12,34	536	2:11:00
420	49	29.10.2014	22479	17,98	781	3:19:00
421	49	30.10.2014	566	0,45	19	0:06:00
422	49	31.10.2014	3396	2,72	118	0:33:00
423	49	02.11.2014	6780	5,42	235	1:00:00
424	49	03.11.2014	10450	8,36	363	1:44:00
425	49	04.11.2014	7494	6	260	1:04:00
(No)						

Рис. 77. Таблица Accuredo в БД ИМПК

Здесь Код_accuredo — ключ (номер) записи, Student_ID — Идентификатор студента, данные которого содержались в импортированном файле «Фамилия.csv»

2. Интерфейс и алгоритм работы с программой Accuredo под системой iOS (iPhone)

На рис. 78 представлен интерфейс программы Accuredo под iOS.

В главном окне программы расположен счетчик шагов, который можно останавливать/запускать по требованию. Около управляющей кнопки располагаются значения посчитанных килокалорий — (kcal), средняя скорость движения — (км/ч), пройденное расстояние — (км) и время ходьбы в формате — (ч/мин/с).

Чуть выше значения счетчика располагается горизонтальная панель, показывающая в процентах, сколько на данный момент совершено физической нагрузки, и напоминающая о ежедневной цели — в 1000 шагов.

Внизу имеется выбор подменю, в котором можно изменять настройки программы, а также получить дополнительную информацию о приложении.

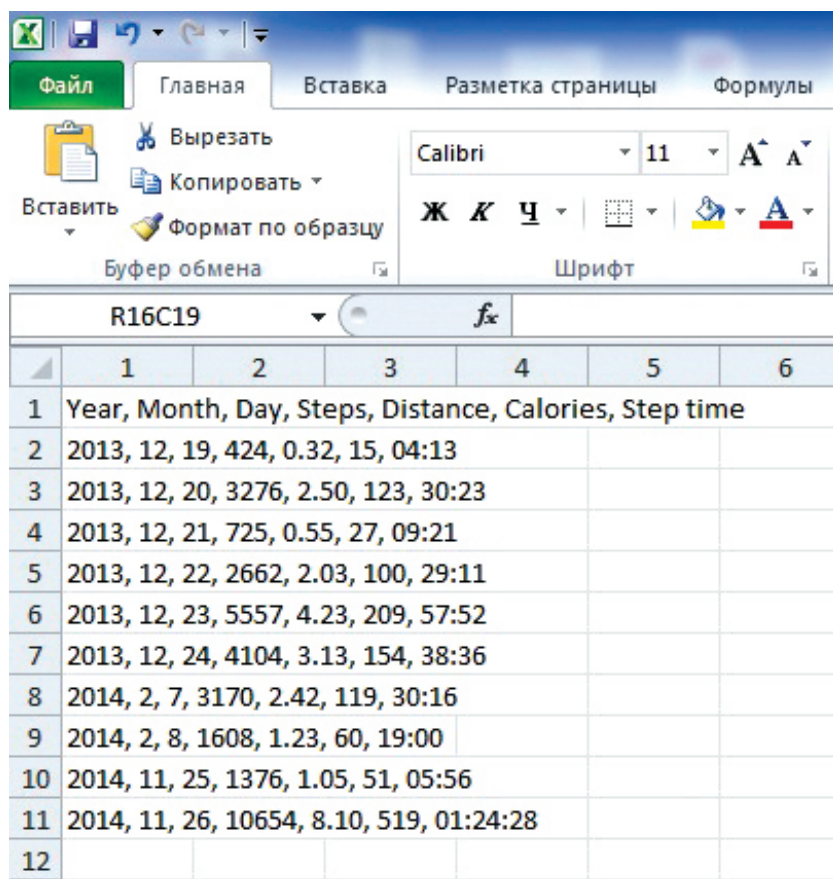


Рис. 78. Интерфейс программы AccuPedometer под iOS:

а — главное окно программы, б — график, в — статистика, г — отправка результатов по e-mail в виде csv-файла

Данная программа позволяет вести статистику пройденных шагов в течение дня, недели, месяца, года.

Для передачи полученных данных из смартфона в компьютер необходимо выбрать параметр меню — «Настройки». В открывшемся подменю программы выбрать функцию «отправить csv — лог по почте». Как видно из полученной таблицы (рис. 79), программа сохранила статистику в файл формата «имя.csv», содержащий строку заголовка: Year, Month, Day, Steps, Distance, Calories, Step time и строки значений (каждая дата — отдельная строка). Каждая строка занимает одну ячейку Excel. Всего 7 позиций, разделенных запятыми: год (ГГГГ), месяц (М), день (Д), количество пройденных шагов (Ш), пройденное расстояние в км (0.00), количество «сожженных» килокалорий (К), затраченное время на ходьбу (ММ: СС или ЧЧ: ММ: СС).



	1	2	3	4	5	6
1	Year, Month, Day, Steps, Distance, Calories, Step time					
2	2013, 12, 19, 424, 0.32, 15, 04:13					
3	2013, 12, 20, 3276, 2.50, 123, 30:23					
4	2013, 12, 21, 725, 0.55, 27, 09:21					
5	2013, 12, 22, 2662, 2.03, 100, 29:11					
6	2013, 12, 23, 5557, 4.23, 209, 57:52					
7	2013, 12, 24, 4104, 3.13, 154, 38:36					
8	2014, 2, 7, 3170, 2.42, 119, 30:16					
9	2014, 2, 8, 1608, 1.23, 60, 19:00					
10	2014, 11, 25, 1376, 1.05, 51, 05:56					
11	2014, 11, 26, 10654, 8.10, 519, 01:24:28					
12						

Рис. 79. Экспортированная БД, файл «Accupedo.csv»

Файл «accupedo.csv» необходимо переименовать в «Фамилия.csv» и поместить в папку данных на сервере ИПМК/Шагомер. Далее импортом этих данных в БД ИПМК будет заниматься сама БД ИПМК.

Однако, видна существенная проблема: к сожалению, accupedo под IOS экспортирует данные времени, затраченного на ходьбу, в разных форматах: ММ: СС — если затратил менее 1 часа, или ЧЧ : ММ : СС, если время больше 1 часа. При импорте БД ИПМК необходимо избежать неверной трактовки формата времени (по умолчанию — краткий формат: ЧЧ : ММ, а не ММ : СС). Эта проблема решается внутри БД ИПМК.

После импорта файла «Фамилия.csv» в БД ИПМК в таблице Accupedo добавятся следующие строки (рис. 80).

Код_accupedo	Student_ID	Дата	Шаги	Дистанция	ккал	Время ходьбы
471	1	19.12.2013	424	0,32	15	0:04:13
472	1	20.12.2013	3276	2,5	123	0:30:23
473	1	21.12.2013	725	0,55	27	0:09:21
474	1	22.12.2013	2662	2,03	100	0:29:11
475	1	23.12.2013	5557	4,23	209	0:57:52
476	1	24.12.2013	4104	3,13	154	0:38:36
477	1	07.02.2014	3170	2,42	119	0:30:16
478	1	08.02.2014	1608	1,23	60	0:19:00
479	1	25.11.2014	1376	1,05	51	0:05:56
480	1	26.11.2014	10654	8,1	519	1:24:28
*	(No)					

Рис. 80. Таблица Accupedo в БД ИПМК

Здесь Код_accupedo — ключ (номер) записи, Student_ID — Идентификатор студента, соответствующий файлу «Фамилия».

3. Запись результатов в базу данных ИПМК «Биомедицинская инженерия»

- Запустить программу на локальном компьютере — клиентскую часть базы данных ИПМК «Биомедицинская инженерия» (получить у преподавателя).
- Найти себя в списке студентов либо ввести нового пользователя (если вход в базу данных выполняется впервые).

- На форме «Карта студента» открыть вкладку «Шагомер».
- Добавить результаты измерений в базу данных. Просмотреть данные в программе ИПМК (рис. 81).

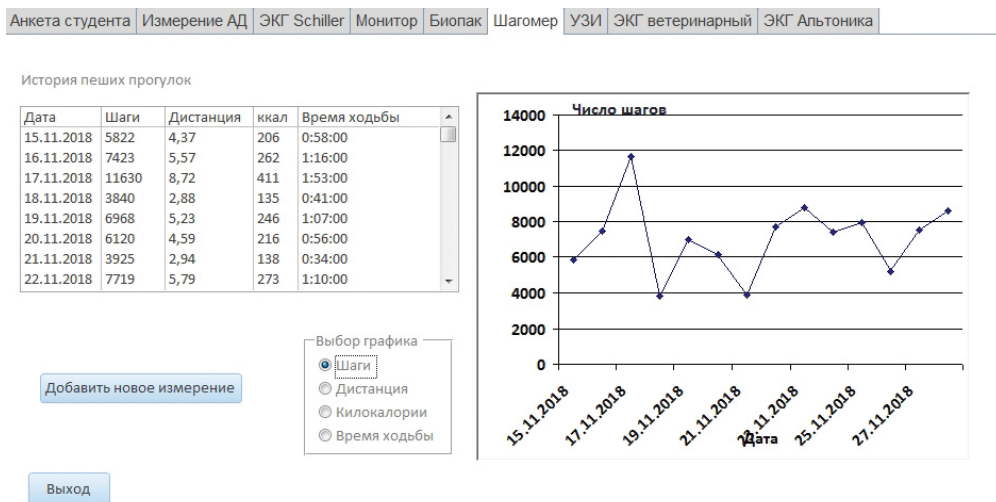


Рис. 81. Вкладка «Шагомер» формы «Карта студента»

Заключение

В настоящем лабораторном практикуме приведены работы, помогающие закрепить основы работы в рамках технических методов диагностических исследований и контроля жизненных показателей биологического организма: электрокардиографии, фотоплетизмографии, измерения артериального давления, миографии, УЗИ и контроль здорового образа жизни.

Приведены подробные описания 8 лабораторных работ, выполнение которых позволяет сформировать и закрепить компетенции, связанные с подключением приборов в компьютерную сеть по различным интерфейсам, освоением специализированного ПО различных приборов, передачей данных — результатов медицинских исследований в компьютер и работой с инструментально-программно-методическим комплексом «Биомедицинская инженерия».

Библиографический список

1. Гусев, В. Г. Методы и технические средства для медико-биологических исследований : учеб. пособие / В. Г. Гусев. — Уфа : УГАТУ, 2001. — 118 с.
2. Гусев, В. Г. Физические методы и технические средства для лечебных воздействий : учеб. пособие / В. Г. Гусев. — Уфа : УГАТУ, 2001. — 126 с.
3. Cardiovit AT-102. Электрокардиограф с опцией спирометрии : руководство по эксплуатации. — Москва : Schiller Russia, 2003. — 154 с.
4. DP-50/DP-50T Цифровая ультразвуковая диагностическая система: Руководство оператора [Стандартные процедуры]. — Москва : Mindray Russia, 2016. — 217 с.
5. Biopac Student Lab : руководство (part No.MANBSL3-RU). — Москва : «Реоника», 2015. — 215 с.
6. CARDIOMAP PC. Ветеринарный компьютерный электрокардиограф: Руководство пользователя. Версия V.1.1. — Москва : West Medica, 2009. — 102 с.
7. Монитор прикроватный реаниматолога и анестезиолога МПР 6–03 «Тритон»: Краткие информационные материалы. — Екатеринбург : «Тритон Электроникс», 2012. — 27 с.
8. Прибор для измерения артериального давления и частоты пульса цифровой UA-767PC с интерфейсом передачи данных: Руководство по эксплуатации — Москва : «Эй энд Ди», 2011. — 17 с.
9. Портативный многоканальный электрокардиограф «Альтон-03». — URL: <http://www.altomedika.ru/index.php/prod/ecg/6-alton-03> дата обращения: 23.01.2020).

10. Электрокардиограф многоканальный с автоматическим режимом переносной К12Т Модель «АЛЬТОН –03» : руководство по эксплуатации. — Москва : Альтоника», 2015. — 59 с.
11. Смирнов, В. М. Физиология физического воспитания и спорта : учебник для вузов / В. М. Смирнов, В. И. Дубровский. — Москва : Владос-пресс, 2001. — 605 с.
12. Физиологические основы гемодинамики : интернет-презентация. — URL: <https://slide-share.ru/fiziologicheskie-osnovi-gemodinamiki-212895> (дата обращения: 23.01.2020).
13. Интернет-справочник для Дома и Семьи. — URL: http://www.dom-spravka.info/spr_analiz_26.html (дата обращения: 23.01.2020).
14. Электрокардиография. ЭКГ. Отведения и точки наложения электродов для снятия ЭКГ. — URL: http://kingmed.info/norms_30/Elektrokardiografiya_EKG_Otvedeniya_i_tochki_nalozeniya_elektrodov_dlya_snyatiya_EKG (дата обращения: 23.01.2020).
15. Распиновка RS-232. — URL: <http://avr.ru/ready/inter/usart/rs232> (дата обращения: 23.01.2020).
16. Проведение возбуждения : интернет-презентация. — URL: <https://slide-share.ru/provedenie-vozbuzhdeniya-193266> (дата обращения: 23.01.2020).
17. Основные сведения об ультразвуке, источники ультразвука : интернет-презентация. — URL: <https://slide-share.ru/1tema-lekcii-14-osnovnie-svedeniya-ob-ultrazvuke-istochniki-ultrazvuka-202279> (дата обращения: 23.01.2020).

Оглавление

Введение	3
Инструментально-программно-методический комплекс «Био-медицинская инженерия»	5
База данных инструментально-программно-методического комплекса «Биомедицинская инженерия».....	7
Лабораторная работа № 1. Получение, передача и анализ данных с тонометра UA-767PC	11
Измерение артериального давления. Осциллометрический метод.....	11
Устройство и принцип работы тонометра	15
Передача данных из тонометра UA-767PC в компьютер	17
Порядок выполнения работы.....	18
Лабораторная работа № 2. Получение, передача и анализ данных с электрокардиографа SCHILLER AT-101	21
Электрокардиография. Общие положения	21
Устройство электрокардиографа Schiller AT-101. Основные технические характеристики прибора.....	27
Порядок выполнения работы.....	31
Лабораторная работа № 3. Получение, передача и анализ данных с монитора прикроватного реаниматолога и анестезиолога МПР6-03	37
Фотоплетизмография и пульсовая оксиметрия	37
Капнометрия	42
Принцип работы и основные параметры монитора	44

Система централизованного мониторинга (СЦМ)	47
Порядок выполнения работы.....	50
Лабораторная работа № 4. Получение, передача	
и анализ данных с системы Biopac Student Lab.....	53
Основы электромиографии	53
Характеристика мышечных сокращений	54
Система Biopac Student Lab.....	56
Порядок выполнения работы.....	57
Лабораторная работа № 5. Получение, передача и анализ	
данных с электрокардиографа ЭКЗТ-12-03 «Альтон»	62
Устройство и технические характеристики	
электрокардиографа	62
Программное обеспечение КАРДИС.....	65
Порядок выполнения работы.....	65
Лабораторная работа № 6. Получение, передача	
и анализ данных с аппарата УЗИ Mindray DP-50.....	72
Общие сведения об ультразвуковой эхоскопии	72
Аппарат УЗИ Mindray DP-50. Устройство и технические	
характеристики.....	77
Порядок выполнения работы.....	80
Лабораторная работа № 7. Получение, передача и анализ	
данных с ветеринарного электрокардиографа	
Cardiomaq PC V	86
Ветеринарный электрокардиограф Cardiomaq PC V	87
Порядок выполнения работы.....	88
Лабораторная работа № 8. Получение, передача	
и анализ данных с шагомера (реализация на смартфонах	
iOS и Android)	96
Здоровый образ жизни. Контроль физической активности	96
Шагомер Accupedo	98
Порядок выполнения работы.....	98
Заключение	107
Библиографический список.....	108

Учебное издание

Анцыгин Игорь Николаевич

Передача результатов исследования от медицинских приборов в базу данных

Редактор Н. П. Кубыщенко
Верстка Е. В. Ровнушкиной

Подписано в печать 03.03.2020. Формат 70×100 1/16.
Цифровая печать. Усл. печ. л. 9,03. Шрифт Charter.
Уч.-изд. л. 5,2. Тираж 30 экз. Заказ 46.

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5
Тел.: 8 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: 8 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13
Факс: 8 (343) 358-93-06
<http://print.urfu.ru>



АНЦЫГИН ИГОРЬ НИКОЛАЕВИЧ

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной физики физико-технологического института УрФУ. Один из создателей и руководитель направления подготовки специалистов «Биомедицинская инженерия» в Уральском федеральном университете. Область научных интересов — технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий, компьютерные технологии в биомедицинской практике, радиационные технологии. Автор 73 научных работ и учебных изданий.